

Aus dem Institut für Meereskunde der Universität Kiel

Beiträge zur Biologie der Seeskorpione *Myoxocephalus scorpius* (L.) und *Taurulus bubalis* (EUPHR.) in der Kieler Förde

Von FRIEDRICH LAMP

Zusammenfassung: Insgesamt 1183 Exemplare des gemeinen Seeskorpions *M. scorpius* (L.) und 1980 Exemplare des langstacheligen Seeskorpions *T. bubalis* (Euphr.) aus Aalreusenfängen in der Kieler Förde wurden hinsichtlich Geschlecht, Länge, Alter und Wachstum untersucht. Zur Altersbestimmung dienten die Otolithen; deren Größe wurde außerdem zur Körpergröße in Beziehung gesetzt. Die in der Haut von *M. scorpius* verborgenen winzigen Verknöcherungen stellen reduzierte Schuppen dar und unterscheiden sich in ihrer Form bei Männchen und Weibchen. Beide Arten gehören zu den kurzlebigen Fischen. Nach Eintritt der Geschlechtsreife am Ende des 2. Lebensjahres steigt die Sterblichkeit beträchtlich, so daß nur wenige Exemplare (Weibchen) das 6. bzw. 4. Lebensjahr erreichen.

Die Reifung der Eier benötigt bei *M. scorpius* etwas mehr als 1 Jahr. Die Laichzeit dauert von Dezember bis Februar, die Laichabgabe beginnt erst, wenn alle Eier des Weibchens die Follikel verlassen haben. *T. bubalis* setzt den innerhalb von ca. 10 Monaten heranreifenden Laich in zwei Schüben, die im Abstand mehrerer Wochen aufeinander folgen, in der Zeit von März bis Mai ab. Die Beziehung zwischen Eizahl und Gewicht bzw. Länge von 49 Weibchen des gemeinen Seeskorpions und 40 Weibchen des langstacheligen Seeskorpions wurden einer graphischen Analyse unterzogen. Die hierfür ermittelten Parabelgleichungen geben die gesuchten Relationen in guter Annäherung wieder. Durch Erbrütung abgestreifter Eier und mikroskopische Untersuchungen von Ovarialabschnitten gelang bei *T. bubalis* der einwandfreie Nachweis der inneren Befruchtung. Dagegen bewiesen entsprechende Versuche, daß bei *M. scorpius* entgegen anders lautenden Angaben keine innere Befruchtung stattfindet. Im Gegensatz zu *M. scorpius*, dessen Vas deferens innerhalb der Urogenitalpapille nur aus einem Gang besteht, verlaufen bei *T. bubalis* die aus den Hoden austretenden zahlreichen Samengänge weiter getrennt und vereinigen sich erst nach und nach, bis kurz vor Erreichen der Papillenspitze ein einziger enger Gang in die Urethra einmündet.

Contributions to the Biology of the Sea-Scorpions *Myoxocephalus scorpius* (L.) and *Taurulus bubalis* (EUPHR.) in the Kiel Fjord (Summary): Altogether 1183 specimens of the common sea-scorpion *M. scorpius* and 1980 specimens of the long-spined sea-scorpion *T. bubalis* from catches in eel traps in the Kiel Fjord were investigated in regard of sex, length, age and growth. For age determination the otoliths were used. Moreover the size of them was related to the body size of the fish. Tiny spined ossifications hidden in the skin of *M. scorpius* are regarded for reduced scales distinguishing by their shape in males and females. Both species belong to the short-lived fishes. After reaching sexual maturity at the end of the second year of life the mortality heavily increases, and a few specimens only (females) enter the 6th and 4th year of life resp.

The ripening of the eggs in *M. scorpius* needs somewhat more than one year. The spawning time lasts from December to February, spawning does not begin before all eggs have left the follicles in the ovary. *T. bubalis* deposits the spawn ripening within about 10 month, in two portions at different times separated by some weeks during March till May. The relation between the number of eggs and the weight or length resp., established for 49 females of *M. scorpius* and 40 females of *T. bubalis* were analysed by a graphical method. The calculated parabola equations represent the relations in fairly good approximation. For *T. bubalis* the exact proof of internal fertilization was given by hatching eggs stripped off and carefully protected from sperm, and by investigating swabs of mature ovaries. Similar experiments on *M. scorpius* proved that in this species no internal fertilization takes place in contrary to differing statements of some authors. By microscopical sections the course of vas deferens and urethra in the uro-genital papilla of males was stated. In *M. scorpius* the vas deferens is represented by a single ductus within the papilla whereas in *T. bubalis* numerous ductus starting from the testicles gradually fuse until shortly before the tip of the papilla, a single narrow ductus joins the urethra.

I. Einleitung

Der gewöhnliche Seeskorpion *Myoxocephalus scorpius* (L.), Syn.: *Cottus scorpius* L., und der langstachelige Seeskorpion *Taurulus bubalis* (EUPHR.), Syn.: *Cottus bubalis* L., aus der artenreichen Familie der *Cottidae* waren schon mehrfach Gegenstand spezieller Fragestellungen. So untersuchte G. HASS (1937) meristische Merkmale des sehr standorttreuen und zur Bildung von Lokalrassen neigenden *M. scorpius*; Nahrungsuntersuchungen an der gleichen Art aus dem Elbe-Mündungsgebiet wurden von H. KÜHL (1961) veröffentlicht. Das häufige Vorkommen in Verbindung mit dem für einen einheimischen Seefisch relativ geringen Pflegeanspruch bei der Halterung begünstigt die Verwendung dieser Arten für physiologische Untersuchungen. Über Fortpflanzungsbiologie und Bestandskunde der beiden Arten jedoch enthält die einschlägige Literatur nicht sehr viele und sich z. T. widersprechende Angaben. Zur Klärung einiger der strittigen Fragen und zur Erweiterung unserer Kenntnisse über diese abseits des wirtschaftlichen Interesses stehenden Fische beizutragen, war Ziel der Untersuchungen, deren Ergebnisse hier dargestellt sind¹⁾.

Das Verbreitungsgebiet des oberseits braun bis braunschwarz, unterseits weißlichen *M. scorpius* erstreckt sich von der Biskaya bis zum nördlichen Eismeer, wo er wahrscheinlich zirkumpolar vorkommt und Größen bis zu 60 cm erreicht, und über Island und Grönland bis zur Ostküste Nordamerikas, die er nach Süden bis zum Cape Hatteras besiedelt. Auch in der ganzen Ostsee ist er häufig und dringt hier stellenweise in Flußmündungen und Strandseen ein. Der kleinere, gedrungener, auf der Oberseite ebenfalls dunkel marmorierte *T. bubalis* unterscheidet sich von *M. scorpius* u. a. durch das Vorherrschen grüner, bisweilen auch gelbbrauner Farbtöne auf der Unterseite, durch Stacheln entlang der Seitenlinie und — wie schon in den Trivialnamen „Langstacheliger Seeskorpion“, „oxsimpa“ (schwed.), „seabull“ (engl.) zum Ausdruck kommt — durch eine noch ausgeprägtere Bedornung des Kopfes. Seine südliche Verbreitungsgrenze fällt ungefähr mit der von *M. scorpius* zusammen. Im Norden wird sein Vorkommen durch das Eismeer begrenzt. In der Ostsee dringt er bis in das Schärengebiet vor Stockholm und den Westteil des Finnischen Meerbusens vor, fehlt aber in manchen dazwischen liegenden Gebieten ebenso, wie im Wattenmeer der Nordsee. Beide Arten des Seeskorpions bilden in der Kieler Förde neben *Zoarces viviparus* L. und *Pholis gunnellus* L. einen wesentlichen Bestandteil des Beifanges der ausgedehnten Reusenfischerei auf den Aal. Das Material für die vorliegenden Untersuchungen stammt aus dem südlich des Friedrichsorter Leuchtturmes gelegenen, als Innenförde bezeichneten Bereich.

II. *Myoxocephalus scorpius* (L.)

Otolithen

Zur Otolithenentnahme entfernt man am zweckmäßigsten das Schädeldach, indem man, die Stirndornen als Ansatzpunkt benutzend, einen tangentialen Schnitt bis zu den Augendornen führt und den entstandenen Lappen nach vorn klappt. Jetzt sind die verhältnismäßig großen und stabilen Sagitten, oft samt Sacculus und Bogengängen, leicht mit einer spitzen Pinzette beiderseits des Gehirns hervorzuziehen. Die Otolithen wurden bis zur Untersuchung trocken in Tüten aufbewahrt und zum Zählen der Jahresringe unter der Binokularlupe in Wasser bei auffallendem Licht betrachtet. Noch deutlicher ist die Zonenbildung an frisch entnommenen, mit Endolymph durchtränkten Otolithen zu erkennen, bei ein- und zweijährigen Fischen schon mit bloßem

¹⁾ Für die Anregung zu dieser Arbeit und die ständige Förderung danke ich Herrn Professor Dr. R. KÄNDLER sehr herzlich.

Auge. Nur die Zuwachszonen der beiden ersten Lebensjahre bilden geschlossene Ringe um das opake Zentrum des Otolithen. In den folgenden Jahren werden in der Regel nur noch Zuwachszonen am dorsalen Rand ausgebildet, die an beiden Enden des Otolithen in breitere Kappen auslaufen. Durch die bevorzugt einseitige Anlagerung rückt der anfänglich zentral liegende Kern immer mehr in die Nähe des ventralen Randes.

Der zeitliche Ablauf der Anlagerung neuer Schichten ist in starkem Maße vom Alter der Fische abhängig. 8–11 cm lange Fische der 0-Gruppe weisen im Februar, nach E. EHRENBAUM (1936) ca. 9 Monate nach dem Übergang zum Bodenleben, einen breiten opaken Ring auf. Bei der Altersgruppe I beginnt die Anlagerung des opaken Ringes in Form von Kappen bereits Ende November bis Dezember. Im Februar haben die meisten Otolithen dieser Gruppe einen gut sichtbaren opaken Rand. Bei der Altersgruppe II setzt die Kappenbildung im Februar ein, bei den Altersgruppen III und IV erst im April oder noch später. Die Bildung des opaken Ringes ist bei manchen Tieren der I- und II-Gruppe schon im August, bei allen aber im September beendet. Bei den Altersgruppen III, IV und V zieht sie sich bis in den Oktober und November hinein. Für die Bildung der hyalinen Zone bleibt nur ein relativ kurzer Zeitraum von ca. 4 Monaten, der bei der Altersgruppe I etwa die Monate August bis November umfaßt und sich mit zunehmendem Alter der Fische immer weiter in den Winter hinein verschiebt, so daß er bei der Altersgruppe IV in die Monate Dezember bis März fällt. Die übliche Gleichsetzung opaker Ring = Frühjahrsring, hyaliner Ring = Herbstring trifft für *M. scorpius* generell nicht zu. Lediglich der Herbstring der Altersgruppe I und der Frühjahrsring der Altersgruppe II passen in dieses Schema.

Um die Größenzunahme der Otolithen mit fortschreitendem Alter und Wachstum des Fisches zu untersuchen, wurden Länge und Breite der Otolithen von 124 Fischen der Altersgruppen I–IV mit Längen von 9–27 cm bestimmt (Tab. 1). Mit zunehmender Fischlänge zeigt auch die Größe der Otolithen allgemein steigende Tendenz, was aber nicht ausschließt, daß sie bei gleichgroßen und gleichaltrigen Fischen erheblich differiert, etwa um 30%.

Tabelle 1

M. scorpius; Otolithenmaße (in mm) der 3 cm-Gruppen der Männchen und Weibchen im Oktober/November

cm-Bereich	Männchen				Weibchen			
	n	mittl. Lg. d. 3cm-Gr.	mittl. Otol.-Lg.	mittl. Otol.-Br.	n	mittl. Lg. d. 3cm-Gr.	mittl. Otol.-Lg.	mittl. Otol.-Br.
< 13,0	6	12,2	4,0	2,3	6	11,6	4,2	2,2
13,0–15,9 . .	9	14,7	4,7	2,4	21	14,0	4,7	2,4
16,0–18,9 . .	10	16,6	5,2	2,8	33	17,2	5,5	2,9
19,0–21,9 . .					23	20,1	6,2	3,1
> 22,0					16	23,4	6,5	3,4

Das Gewicht der Otolithen wurde auf 0,1 mg genau bestimmt. Nur selten wiegen beide Otolithen eines Fisches gleich viel, die Gewichts Differenz macht aber nur in wenigen Fällen mehr als 5% aus. Eine Gesetzmäßigkeit in der Bevorzugung einer Körperhälfte besteht nicht. Bei Einzelwägungen an 54 Männchen und Weibchen der Altersgruppen I–V vom Juni 1958, deren linke Otolithen insgesamt 1243,8 mg wogen, war das Gesamtgewicht der rechten Otolithen um 4,6 mg = 0,37% geringer. Diese Differenz kann man als zufällig und innerhalb der Meßgenauigkeit liegend bezeichnen.

Bei der gesonderten Betrachtung der Geschlechter ergibt sich für die Weibchen ein deutlich höheres Durchschnittsgewicht der Otolithen. Setzt man jedoch das Otolithengewicht in Beziehung zum Körpergewicht, dann zeigt sich, daß die Otolithen der Männchen etwas schwerer sind (im Mittel um 18%) als die der Weibchen. Mit zunehmendem Alter nimmt der prozentuale Anteil des Otolithengewichts am Körpergewicht ab, von 0,023% auf 0,014% bei dreijährigen Fischen, um dann wieder geringfügig anzusteigen. In den höheren Altersgruppen ist der Längen- und Breitenzuwachs der Otolithen nur noch gering, trotzdem steigt das Gewicht nicht unbedeutend, die Otolithen werden dicker, ohne viel an Fläche zuzunehmen (Tab. 2).

Tabelle 2

M. scorpius; Prozentualer Anteil des Otolithengewichts (in mg) am Fischgewicht der Altersgruppen I—V

Alt.-Gr.	n	Fisch		Otolithen mittl. Gew. mg	Otol.-Gew. in % d. Fisch- gew. · 10 ⁻²
		mittl. Lg. cm	mittl. Gew. g		
I	11	14,8	51,6	11,8	2,29
II	47	19,5	123,5	20,5	1,66
III	28	22,2	196,0	27,4	1,40
IV	14	24,0	217,7	32,0	1,47
V	4	25,3	285,0	42,3	1,48

Hautknochen

Viele Fische bieten die Möglichkeit, die Ergebnisse der Altersbestimmungen an den Otolithen an Hand des Schuppenbildes zu kontrollieren, jedoch nicht *M. scorpius*, dessen Haut „nackt“ ist, wie E. EHRENBAUM (1936) und andere angeben. Zum Glück läßt der besonders klare Aufbau der Otolithen jedoch niemals Zweifel bei den Altersbestimmungen aufkommen. Nun trifft allerdings die Feststellung, daß die Haut nackt sei, nur bedingt zu. Schon K. MÖBIUS und F. HEINCKE (1883) geben an, daß sie an den Körperseiten mancher Männchen Hautknochen gefunden haben; auch W. SCHNAKENBECK (1955) zählt diese Art zu den Fischen mit Hautossifikationen und bildet einen „Dorn“ und eine „Schuppe“ aus der Seitenlinie ab.

Die Haut der meisten Männchen und vieler Weibchen fühlt sich rauh an, besonders wenn man „gegen den Strich“ vom Schwanz zum Kopf über den Rücken streicht. Dies beruht darauf, daß nicht nur in der Haut der Seiten, sondern auch der des Rückens und der Bauchgegend winzige Hartgebilde verborgen liegen, deren in Spitzen auslaufende gezackte Ränder über die Hautoberfläche hervorragen. Die bei Exemplaren aus der Kieler Förde gefundenen „Dornen“ haben aber ein ganz anderes Aussehen als sie SCHNAKENBECK abbildet. Bei den einer vielfingerigen Hand gleichenden Verknöcherungen ist der der Handfläche entsprechende Teil stark reduziert (Abb. 1). Die Zahl der 0,3—0,7 mm langen Fortsätze variiert bei den Männchen stärker als bei den Weibchen. So sind die Stacheln bei manchen Männchen so kurz, daß sie in der Oberhaut verborgen bleiben und die Fische sich fast glatt anfühlen. Bei anderen ragen sie am Rücken ca. 0,5 mm aus der Haut hervor. Nach den Seiten zu nimmt die Zahl der Fortsätze der einzelnen Gebilde ab. Beim Übergang von der dunklen Seiten- zur hellen Bauchfärbung haben diese gewöhnlich die Form zweizinkiger Forken und tragen in der Nähe der Analflosse nur noch eine Spitze. Dafür ist der in den Taschen des Coriums sitzende Teil verhältnismäßig gut entwickelt. Bei den Weibchen ist die länglich ovale, deutlich an Schuppen erinnernde Basis dieser Gebilde noch ausgeprägter (Abb. 2),

läuft aber in vielen Fällen am ganzen Körper einschließlich des Rückens in nur eine 0,1—0,6 mm lange Spitze aus. Es kommen aber auch Exemplare mit 2—3 Spitzen in der Rückengegend vor.

Die Zahl dieser Hautgebilde schwankt in beiden Geschlechtern. Bei manchen Tieren sind es mehrere pro cm², bei anderen verteilen sich einzelne sporadisch über den ganzen Körper. Bei meinen Ostsee-Exemplaren fehlen den entlang der Seitenlinie verlaufenden Ossifikationen die von W. SCHNAKENBECK beschriebenen seitlichen Fortsätze. Zweifellos handelt es sich bei den Verknöcherungen um reduzierte Schuppen, obgleich man auf ihnen keine Skleriten erkennen kann. In Gestalt und Größe unterscheiden sie sich sehr wesentlich von den leistenförmig angeordneten dorsalen Hautknochen bei *T. bubalis*.

Analyse der Reusenfänge

In der Zeit von Dezember 1957 bis Dezember 1961 wurden 503 Männchen und 680 Weibchen aus unsortierten Reusenfängen gemessen. Für die weitere Bearbeitung wurden die Längen zu cm-Gruppen zusammengefaßt, wobei alle Tiere zwischen X,0 und X,9 cm zur X cm-Gruppe gehören. Die Berechnung der mittleren Längen erfolgte nach den genauen mm-Messungen. Die Länge der Männchen in den Reusenfängen betrug 8,5—22,7 cm, die der Weibchen 9,6—26,8 cm. Die Minimalgröße ergibt sich aus den Maschenweiten der Reusen, die mit 11 mm von Knoten zu Knoten in der hinteren Kammer Fische dieser Art unter 11 cm nur unvollkommen erfassen. Die Auswirkung der Maschenselektion auf die Zusammensetzung des Fanges käme evtl. auch als Erklärung für die Feststellung von DUNCKER/LADIGES (1960) in Frage, Tiere unter 10 cm Länge seien im flachen Wasser selten und bevorzugten größere Tiefen. Männchen über 23 cm wurden nie, Weibchen über 27 cm nur vereinzelt während der Laichzeit in den Reusenfängen der Kieler Innenförde festgestellt. Es ist bemerkenswert, daß in meinem viel umfangreicheren Material kein Weibchen die von K. MÖBIUS und F. HEINCKE (1883) unter 274 Tieren aus der westlichen Ostsee beobachtete Maximallänge von 30 cm erreichte. Die Längenverteilung der 1183 Tiere ist in Abb. 3 wiedergegeben.

Von den untersuchten 1183 Tieren waren 680 = 57,5% Weibchen. Insgesamt betrachtet, sind die Weibchen also deutlich in der Überzahl, auf 100 Männchen kommen 135 Weibchen. Bei der Verteilung der Geschlechter spielt aber die Länge der Tiere eine nicht unwesentliche Rolle. Bis 16 cm sind die Anteile der Männchen und Weibchen mit 50,9% zu 49,1% nahezu gleich. Bei den Längen über 17 cm überwiegen die Weibchen mit 66,9%, und die Fische über 23 cm gehören ausschließlich dem weiblichen Geschlecht an.

Die Anteile der Geschlechter sind jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Im Februar sowie vom Juli bis November enthielten die Proben durchschnittlich 45,4% Männchen, vom März bis Juni dagegen waren es im Mittel nur 26,4%. Nur im Dezember wurden mit 67,1% Männchen mehr als doppelt so viele Männchen wie Weibchen gefangen. Im ersten Halbjahr (Februar—Juni) bestreiten die Männchen 31,3% der Fänge, im zweiten Halbjahr (Juli—Dezember) 53,4%. Insgesamt betrachtet steigt ihr zahlenmäßiger Fanganteil von $\frac{1}{4}$ im Frühjahr auf $\frac{2}{3}$ am Jahresende und sinkt nach dem Höhepunkt im Dezember in den folgenden Monaten wieder unter 50%.

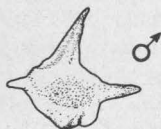
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1: *M. scorpius*, Hautossifikationen eines Männchen. Vergrößerung 13×.

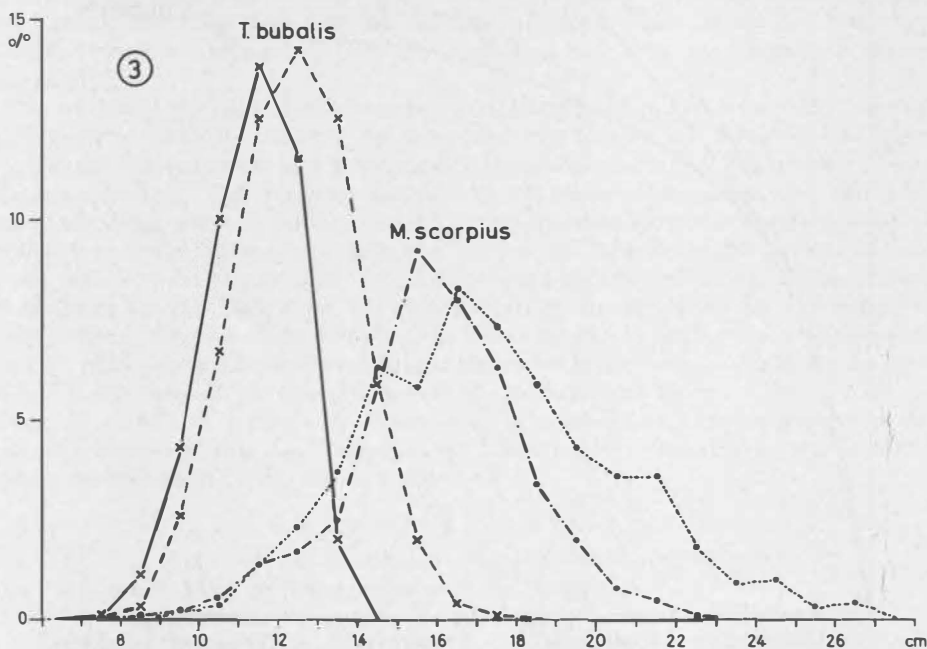
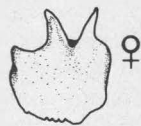
Abb. 2: *M. scorpius*, Hautossifikation eines Weibchens. Vergrößerung 13×.

Abb. 3: Prozentuale Längenverteilung der Männchen 0—.—0 und Weibchen 0—.—0 von *M. scorpius* und der Männchen x—x und Weibchen x—x von *T. bubalis*.

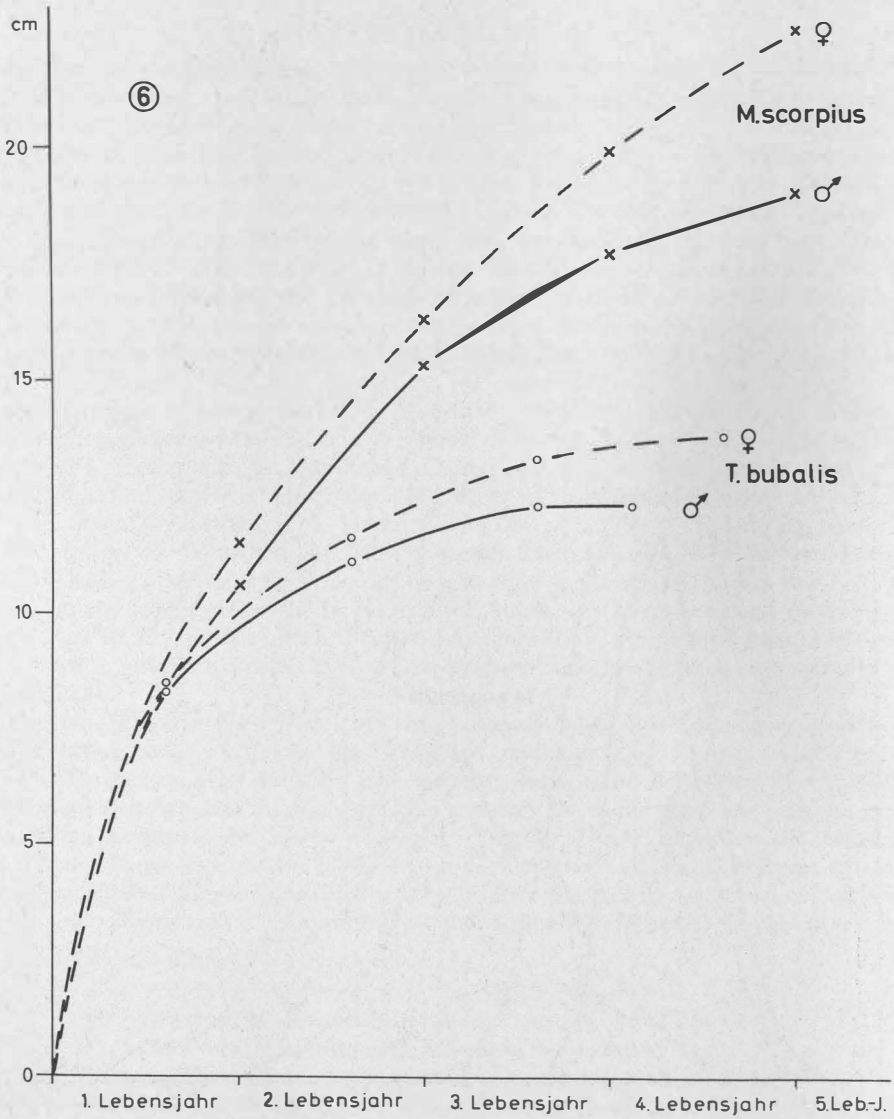
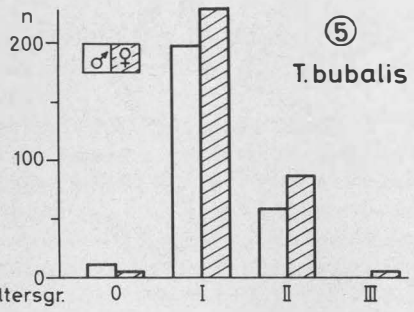
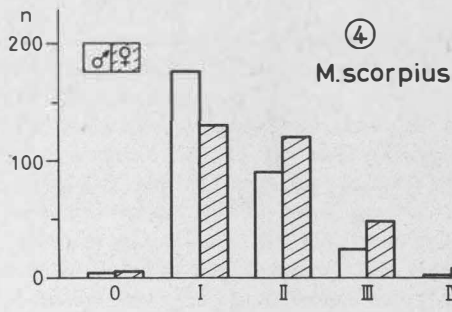
①



②



Tafel 1 (zu F. Lamp)



Tafel 2 (zu F. Lamp)

Zur Feststellung der Alterszusammensetzung der Reusenfänge wurden an insgesamt 825 Tieren Altersbestimmungen an Otolithen vorgenommen. Dabei konnte eindeutig als Höchstalter 6 Jahre festgestellt werden. *M. scorpius* erlangt am Ende des ersten Lebensjahres nur ausnahmsweise die für den Fang in Reusen nötige Größe. Erst im Sommer (Juli/August) des zweiten Lebensjahres wird die Mehrzahl fangfähig. Die Altersgruppen I und II stellen dann mit je ca. 41% die Hauptmenge der Fänge. Der Anteil der Altersgruppen III—VI verringert sich mit zunehmendem Alter auf 14,1, 3,3, 0,6 und 0,1%. Damit wird die Feststellung von G. HASS (1937) bestätigt, daß *M. scorpius* nur in Ausnahmefällen das sechste Lebensjahr überschreitet. Für die Männchen sind die Überlebenschancen noch viel geringer als für die Weibchen. Schon von der Altersgruppe II ab vermindert sich ihre Zahl bedeutend schneller als die der Weibchen, und nur wenige Männchen werden mehr als fünf Jahre alt.

In der obigen Zusammenfassung wurden die Fische aus den Fängen im Februar nicht mit berücksichtigt, da ihr Alter — laut Vereinbarung — mit dem 1. April um ein Jahr heraufrückt. Diese Tiere sind in Abb. 4 mit den Fängen vom Oktober—Dezember vereinigt. Bei diesen Proben aus der kalten Jahreszeit besteht zwischen den Altersgruppen 0 bis IV — Altersgruppe I = 100 — das Zahlenverhältnis 2 : 100 : 68 : 21 : 3. Das bedeutet, daß die Jahrgangsstärke im zweiten Lebensjahr um 32% abnimmt und daß sich die Zahl der Überlebenden im Laufe des 3. Lebensjahres um 69%, im Verlaufe des 4. Lebensjahres um 85% vermindert unter der Voraussetzung, daß keine Zu- oder Abwanderung eintritt und die Zahlen einigermaßen repräsentativ für den Bestand sind.

Eine ähnliche, nicht ganz so hohe Reduktion während des dritten Lebensjahres ergibt sich aus der Alterszusammensetzung in den Monaten Juli—November. Das Zahlenverhältnis 100 : 102 : 38 : 6 der Altersgruppen I—IV entspricht einer Reduktion der Altersgruppe II um 63%, der folgenden Altersgruppe III um 86%. Danach vermindert sich die Stärke eines Jahrgangs während des zweiten Lebensjahres um $\frac{1}{3}$ der Tiere. Im darauffolgenden Jahr sterben $\frac{2}{3}$ der Fische, die das zweite Jahr überlebt haben. Die Verluste der Männchen sind, wie erwähnt, erheblich höher als die der Weibchen. Während des zweiten Jahres beträgt die Reduktion hier 49%, im Verlauf des dritten Jahres 75%.

Die an Hand der Altersbestimmungen und Längenmessungen erhaltenen Wachstumskurven (Abb. 6) basieren auf den mittleren Längen im Februar/Mai. Dieser Termin bezeichnet jeweils das Ende eines Lebensjahres und den Beginn einer neuen Wachstumsperiode. Die mittleren Längen der einjährigen Männchen und Weibchen liegen allerdings etwas zu hoch, da in der ersten Jahreshälfte nur überdurchschnittlich große Tiere dieser Altersgruppe gefangen werden. Bis zum Ende des zweiten Lebensjahres verlaufen die Wachstumskurven beider Geschlechter steil aufwärts, dann nimmt die Steigung bei den Männchen, die im Durchschnitt ein geringeres Alter erreichen als die Weibchen, zunehmend ab. Während die Kurve bei den Weibchen noch weiter mäßig ansteigt, nähert sie sich bei den vierjährigen Männchen schon beinahe der Waagerechten. Dieser Kurvenverlauf ist charakteristisch für verhältnismäßig kurzlebige Fische, zu denen *M. scorpius* zu rechnen ist. Nach einer sehr schnellen Längenzunahme in der Jugend verlangsamt sich das Wachstum bei Eintritt der Geschlechtsreife merklich und kommt nach wenigen Jahren fast zum Stillstand.

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 4: *M. scorpius*, Anteil der Altersgruppen 0—IV im Oktober—Februar.

Abb. 5: *T. bubalis*, Anteil der Altersgruppen 0—III im Oktober—März.

Abb. 6: Wachstumskurven der Männchen x—x und Weibchen x—x von *M. scorpius* und der Männchen 0—0 und Weibchen 0—0 von *T. bubalis*.

Eintritt der Geschlechtsreife

Beide Geschlechter von *M. scorpius* werden gegen Ende des zweiten Lebensjahres bei einer durchschnittlichen Größe von fast 15 cm geschlechtsreif. Bei Weibchen, deren Größe erheblich unter dem Durchschnitt liegt, kann sich die Gonadenreifung um ein Jahr verzögern. Nach J. T. JENKINS (1946) nehmen im Gebiet der britischen Inseln bereits gut 10 cm große Tiere an der Fortpflanzung teil; diese Tiere erreichen hier im ersten Lebensjahr nur 6,5—7,5 cm Länge. Bis in den September hinein dauert bei den zweijährigen Weibchen die juvenile Phase, bei den älteren das Ruhestadium II. Im Laufe des Oktobers erreicht die Mehrzahl das Reifestadium III, von da ab verläuft die Reifung relativ schnell. Befand sich Mitte November 1958 erst $\frac{1}{8}$ der Weibchen im Reifestadium V, so erhöhte sich der Anteil der fast reifen Weibchen innerhalb einer Woche auf mehr als 50% und überschritt nach 10 Tagen 65%. Die Ende November, in der Außenförde auch schon früher beginnende winterliche Fangpause der Reusenfischerei auf Aal macht gewöhnlich die Beobachtung des weiteren Verlaufs der Reifung an einem zahlenmäßig einigermaßen befriedigenden Material unmöglich. Von 17 ausnahmsweise am 7. Dezember 1961 gefangenen Weibchen standen 8 Tiere im Reifestadium V kurz vor dem Ablachen, 2 Exemplare waren fließend, 2 weitere bereits abgelacht; nur ein Weibchen befand sich noch in der letzten Phase des Stadiums III. Anfang Dezember 1957 hatten zwei von 30 gefangenen Weibchen mit dem Ablachen begonnen. Diese Beobachtungen lassen darauf schließen, daß in der Kieler Förde die Laichzeit unter normalen Witterungsbedingungen erst Ende November/Anfang Dezember beginnt.

Die Beschaffung eines ausreichenden Untersuchungsmaterials zur exakten Bestimmung des Endes der Laichzeit stößt ebenfalls auf Schwierigkeiten, da die Reusenfischerei erst im März wieder sehr zögernd beginnt. Im Februar 1958 war es möglich, eine größere Anzahl von Weibchen zu untersuchen, die, soweit sie nicht juvenil waren, zu 90% bereits abgelacht hatten. In den folgenden Jahren wurden die ersten Reusen teils aus witterungsbedingten Gründen, teils auch, weil sich die wirtschaftliche Situation der Kleinfischer inzwischen etwas gebessert hatte, stets erst wieder im März ausgelegt. Zu diesem Zeitpunkt wurden keine reifenden oder fließenden, sondern immer nur abgelachte Weibchen gefangen. Man darf also mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß für *M. scorpius* die Laichzeit in der Kieler Förde Ende Februar abgeschlossen ist. Damit stimmen meine Beobachtungen über die Dauer der Laichzeit annähernd mit den Angaben G. DUNCKERS (1928) überein, der die Monate Dezember—Februar angibt, wenn auch G. HASS (1937), basierend auf Beobachtungen im Winter 1934/35, der Meinung ist, „die eigentliche Laichzeit beginnt in der Kieler Bucht demnach schon Ende November und dauert bis Mitte Januar“. Der von DUNCKER/LADIGES (1960) für die „Nordmark“ angeführte Zeitraum von Oktober bis März gilt für das Gebiet der Kieler Förde wohl nur mit Einschränkungen.

Die Gonadenreifung der Männchen schreitet, wie allgemein bei Fischen, schneller voran als die der Weibchen. Mitte November wurden noch keine fließenden Männchen gefangen, Ende dieses Monats sonderten 73% der Männchen bei Berührung Sperma ab, und Anfang Dezember taten es alle untersuchten Exemplare. Das Gonadengewicht der Männchen von *M. scorpius* ist mit maximal 7% des Körpergewichtes verhältnismäßig gering. Vermutlich ist zur Befruchtung der in Klumpen am Boden abgelegten Eier eine kleinere Spermamenge erforderlich als zur Sicherstellung einer ausreichenden Befruchtungsrate bei pelagischen Eiern. Der Anteil des Ovargewichtes am Gesamtgewicht eines Weibchens erreicht dagegen im Höchstfalle 23%.

Nach R. KÄNDLER (1961), der in der Kieler Förde über einen Zeitraum von 6 Jahren Untersuchungen über das Vorkommen von Fischbrut anstellte, erscheinen die ersten

Larven von *M. scorpius* im Januar. Im Februar tritt ein deutliches Häufigkeitsmaximum auf, das bis Mai steil abfällt, da die heranwachsenden Larven zum Bodenleben übergehen und für das pelagische Netz unerreichbar werden. Die Größe der frisch geschlüpften Larven ist in der Kieler Förde auffallend gering. Während E. EHRENBAUM (1904) für die Nordsee als Länge 7,4—8,6 mm angibt, fand KÄNDLER in der Ostsee (Kieler Förde) nur 6 mm. Offensichtlich entlassen die zwar größeren, aber dotterärmeren Eier in der Ostsee Larven von geringerer Größe als in der Nordsee, eine Besonderheit, die auch von anderen Arten (Scholle, Flunder, Hering, W. MIELK u. C. KÜNNE 1935) bekannt ist.

Oozytenreifung

Zu Beginn der Ovarreifung sehen die zur Entwicklung kommenden Oozyten weißlich bis ganz schwach gelblich aus. Mit fortschreitender Reifung gewinnt ihre Farbe meist an Intensität und erreicht bis zum Reifestadium IV gewöhnlich einen gelben bis orangefarbenen Ton. Genauso wie die Farbskala der reifen Eier von Bläßgelb bis Dunkelorange und Rot reicht, variieren auch die reifenden Oozyten in ihrer Färbung, ohne allerdings die dunkelsten Farbtöne der reifen Eier zu erreichen. In Abb. 7a—e ist die Größenverteilung der Oozyten für Ovarien der Reifestadien III—VI in fünf Diagrammen aufgezeichnet. Größe und Menge der durchsichtigen bis gelblich weißen Oozyten des „Reservebestandes“ (K. J. GÖRTING 1961) sind lediglich angedeutet, die angegebenen Prozentzahlen beziehen sich nur auf die heranreifenden Eier („Gelege“), deren zunehmender Durchmesser den Reifungsvorgang kennzeichnet.

Bereits im Reifestadium III (Abb. 7 a, b) ist das Gelege deutlich vom Reservebestand zu unterscheiden. Der Durchmesser der reifenden Eier überspannt mit einer Variationsbreite von 0,9 mm (0,45—1,35 mm) einen ziemlich weiten Bereich. Im Stadium IV (Abb. 7c) hat die Größe der reifenden Eier weiter zugenommen. Die Mehrzahl mißt 1,4—1,6 mm, und der flache Anstieg der Häufigkeitskurve zeigt, daß auch die kleinsten Eier des Geleges nach und nach heranreifen. Bis zum Reifestadium V (Abb. 7d) haben nahezu alle kleinen Eier den Wachstumsrückstand aufgeholt. Der Größenunterschied zwischen den größten (2,25 mm) und den kleinsten (1,95 mm) reifenden Eiern ist mit 0,3 mm sehr gering, er kann sogar noch kleiner sein. Die Mehrzahl der runden, glasigen Eier liegt schon frei im Lumen des ziemlich stark erweiterten Ovars. Die restlichen Eier sitzen noch in den Follikeln im dorsalen Teil der in zwei Hörner gegabelten Gonade. Bei den Reserveoozyten lassen sich nach Aussehen und Größe zwei Gruppen unterscheiden: größere mit einem Durchmesser von 0,2—0,4 mm, die infolge beginnender Dotterspeicherung schwach gelb gefärbt sind, und kleinere, durchsichtige Oocyten von weniger als 0,1 mm—ca. 0,2 mm \varnothing . Abb. 7e stellt die Größenverteilung der Eier im fließend reifen Ovarium (Stadium VI) dar. Die Laichabgabe beginnt erst, wenn alle Eier herangereift sind und die Follikel verlassen haben. Um eventuelle Größenveränderungen durch die Konservierung auszuschließen, wurden diese Eier unmittelbar nach dem Abstreifen frisch gemessen. Ihr mittlerer Durchmesser liegt bei einer Variationsbreite von 2,2—2,6 mm bei 2,41 mm und damit nahe dem oberen Bereich, den E. EHRENBAUM (1936) für die Eier von Nordseetieren (1,95—2,51 mm) angibt.

Die Reifung der Oozyten vom ersten Anzeichen der beginnenden Einlagerung von Reservesubstanzen bis zur vollen Größe und physiologischer Reife währt also etwas länger als ein Jahr. Während eine Eigeneration zur Ablage heranreift, beginnt sich bereits ein Teil der Reserveoozyten zur nächstfolgenden Eigeneration zu differenzieren. Eine sichtbare Vergrößerung des Ovars macht sich aber erst etwa ab Oktober bemerkbar. Öffnet man das Ovar eines unmittelbar vor dem Ablaichen stehenden Weibchens und läßt die mit viel durchsichtigem Schleim untermischten glasigen Eier herausgleiten, so

bleibt ein leerer Hautsack zurück, an dessen weniger transparentem Keimepithel bisweilen noch die Abdrücke der vorher dort gelagerten Eier sichtbar sind. Der natürliche Ablauf dieses Vorganges scheint allerdings meist nicht so vollständig zu erfolgen. In vielen Fällen bleiben einzelne oder auch zahlreiche voll entwickelte Eier im erschlafften Ovar zurück. Bei einer Probe vom Mai z. B. enthielten 14 von 24 Weibchen noch zwischen 5 und 100 Residualeier. Wenn ein Teil dieser Eier auch später ausgestoßen werden mag, so ist trotzdem der Anteil der Fische, bei denen man zwischen den reifenden Eiern, selbst im Stadium IV und V, noch aus der vorhergehenden Laichperiode stammende einzelne oder verklumpte Residualeier antrifft, nicht gering. Von 36 Weibchen enthielten im November noch 12 Exemplare 3—75 Residualeier. Offensichtlich werden die Eier infolge ihrer derben Eihülle nur langsam resorbiert. Im zusammengeballten Zustand sind sie natürlich sofort als solche zu erkennen, aber auch die einzelnen Eier unterscheiden sich durch dunklere Farbe, Trübung und eingedellte Oberfläche von den reifenden Eiern der Folgegeneration. Während der Eireifung sammeln sie sich nahe dem Ausgang des Ovars. Im fortgeschrittenen Reifestadium V, kurz vor dem Ablachen, füllen die Eier das Lumen des Ovars so weit, aus, daß die Genitalregion und besonders die Mündung des Ovars nach außen vorgewölbt und durch die starke Dehnung bei manchen Fischen so durchscheinend wird, daß man schon am lebenden Tier die vorjährigen bräunlichen Residualeier zwischen dem rötlichen, gelegentlich auch gelblich-weißen Laich erkennt.

Die langsame Resorption der nicht abgelachten Eier dürfte nicht zuletzt mit der Festigkeit ihrer Eihaut zu erklären sein. E. EHRENBAUM (1936) nennt sie zwar „zartschalig“, was jedoch für Ostseetiere nicht zutrifft, deren Eier im frischen Zustand eine sehr zähe, elastische Schale besitzen. Auch J. T. JENKINS (1946) erwähnt die Hartschaligkeit der Eier. Laichballen aus Blindproben von Befruchtungsversuchen, nach 2 Monaten längst verpilzt, zerfielen bei leichtem Druck, da der verbindende verhärtete Schleim in Zersetzung übergegangen war, die Stabilität der einzelnen Eier hatte jedoch nicht merklich gelitten.

Fruchtbarkeit

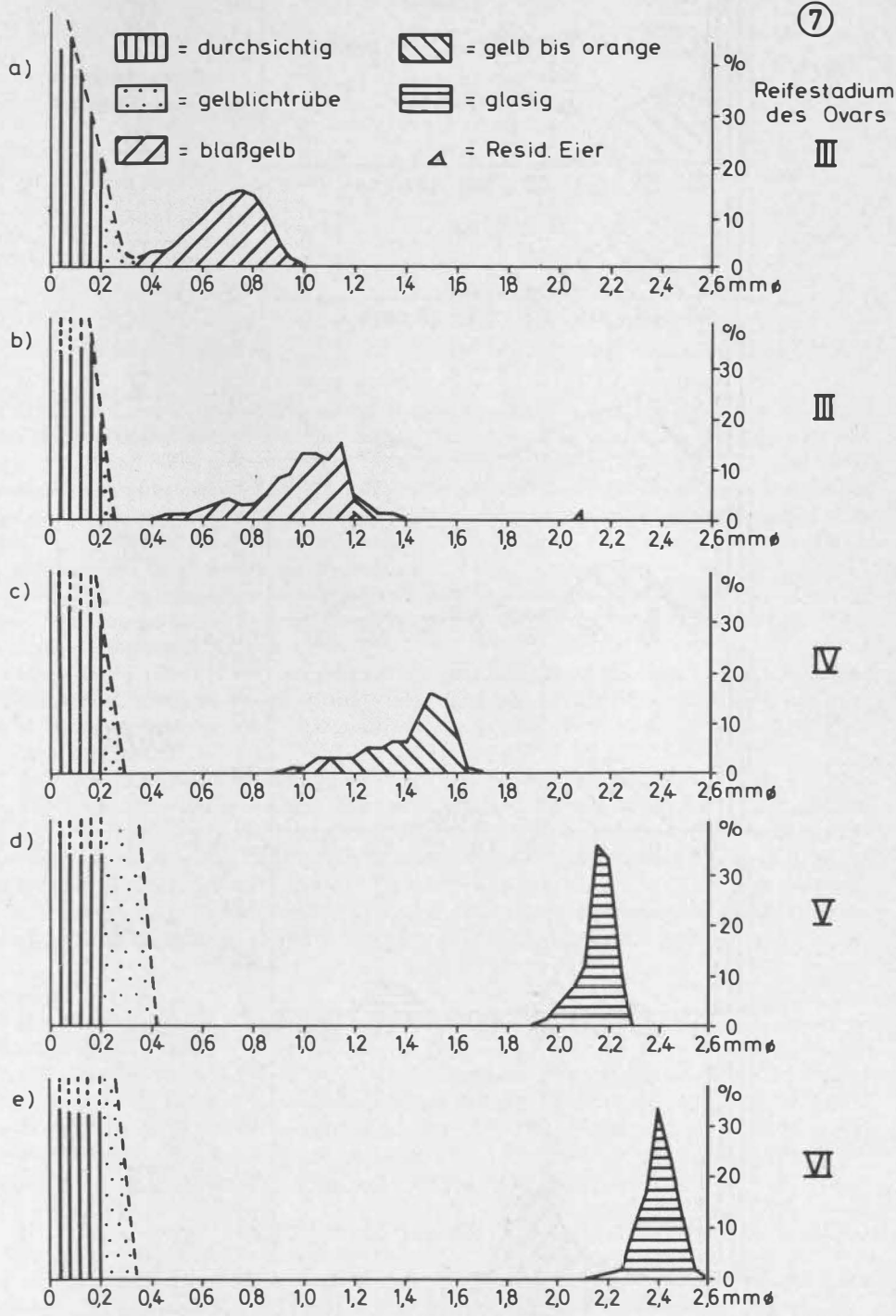
Zur Eizählung wurden nur Ovarien der Reifestadien IV und V herangezogen, vom Stadium IV nur solche mit Eiern von 0,9 mm aufwärts, um eine klare Trennung des Geleges vom Reservebestand sicherzustellen, eine Vorsichtsmaßnahme die bei *M. scorpius* allerdings nicht erforderlich ist. Die Ovarien wurden gewogen und in Formol konserviert. Bei sehr reifen Ovarien genügte es später, die Wandung mit einem Längsschnitt zu durchtrennen und das Ovar umzukrempeln, um alle Eier zu isolieren. Bei weniger reifen Ovarien mußten sie mit Präpariernadel und Pinzette aus dem Keimepithel gezupft oder durch Reiben zwischen den Fingern aus dem Epithel gelöst werden. Die auf Fließpapier vom anhaftenden Wasser befreiten Eier wurden im Wägegglas auf 1 mg genau gewogen. Von jedem Ovarium wurden in der Regel mindestens 10% des Gesamtgewichts der Eier zum Auszählen abgeteilt und genau gewogen, je nach Menge $\frac{1}{2}$ —4 g. Die aus der ausgezählten Probe anhand des Gesamtgewichts berechnete Gesamtzahl der Eier eines Weibchens wurde auf volle Zehner abgerundet. Vorversuche zeigten, daß beim Durchzählen mehrere gewichtsgleicher Proben desselben Fisches die Abweichung vom Probenmittel nur rund 1% betrug. Die Eier wurden in einer flachen

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 3)

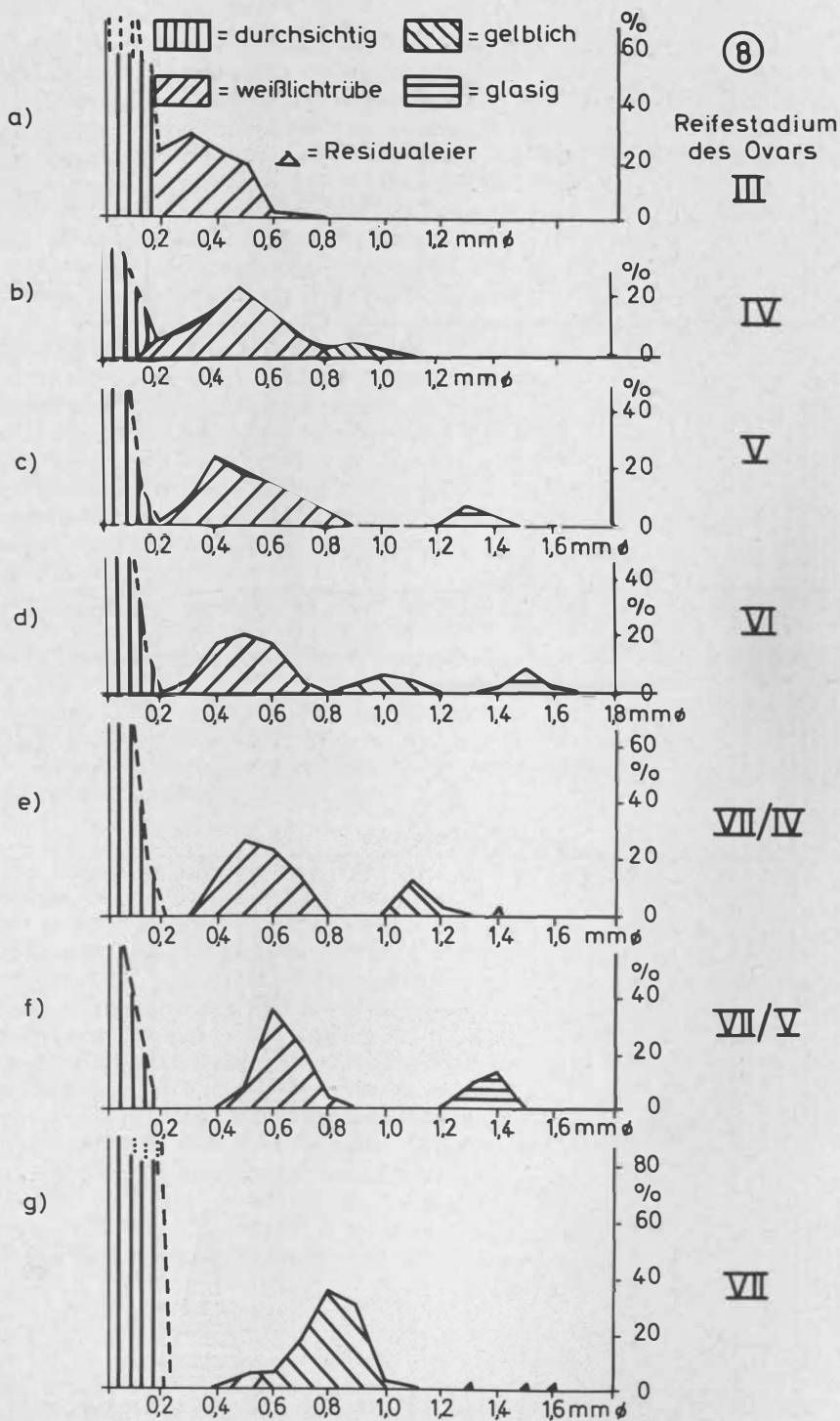
Abb. 7: *M. scorpius*, Größenverteilung der Oocyten in den Reifestadien III—VI.

Abb. 8: *T. bubalis*, Größenverteilung der Oocyten in den Reifestadien III—VII.

⑦



Tafel 3 (zu F. Lamp)



Tafel 4 (zu F. Lamp)

Tabelle 3

M. scorpius; Mittlere Gewichte (G) und Eizahlen (F) der 25 g-Gruppen

Gewichtsgruppe g	Anzahl	mittl. Gew. g	mittl. Eizahl	F/G
25— 49	1	36,0	3 300	91,7
50— 74	6	64,8	3 923	60,5
75— 99	7	86,8	5 799	66,8
100—124	8	111,8	7 035	63,0
125—149	4	113,9	7 425	53,5
150—174	4	160,3	9 128	56,8
175—199	6	191,1	10 205	53,3
200—224	6	212,4	10 290	48,4
225—249	4	238,0	13 080	55,0
> 250	3	311,8	19 730	63,3

Petrischale unter geringem Wasserzusatz gezählt. Zur Auszählung gelangten 49 Fische der Altersgruppen I—IV mit einer Länge von 13,0—27,1 cm, deren Gewicht sich zwischen 36,0 und 380,0 g bewegte. Die Eizahlen der Tiere liegen zwischen 2700 und 28930 und nehmen mit steigender Länge und anwachsendem Gewicht ebenfalls zu. Dabei kann die Eizahl gleich groß und gleichaltriger Weibchen um mehr als 40% voneinander abweichen. Während die Kuben der Längen im Verhältnis 1 : 9,1 variieren, streuen die Gewichte und Eizahlen fast im Verhältnis 1 : 11.

Für die Berechnung der Beziehung zwischen Fruchtbarkeit und Länge bzw. Gewicht der Tiere erwies es sich als zweckmäßig, die Weibchen in 2 cm-Gruppen bzw. 25 g-Gruppen zusammenzufassen (Tab. 3).

Der Quotient F/G fällt — wenn auch mit gewissen Schwankungen — mit steigendem Gewicht zunächst von 91 auf 48 und steigt dann wieder auf 63, woraus man schließen darf, daß im vorliegenden Falle zwischen Eizahl und Gewicht keine einfache lineare Beziehung besteht.

Auf eine Anregung von Herrn Prof. KÄNDLER hin wurde der Versuch einer graphischen Analyse unternommen. Die in einem Koordinatensystem mit G als Abszisse und F als Ordinate gegen die mittleren Gewichte der 25 g-Gruppen aufgetragenen mittleren Eizahlen ergeben Punkte, die sich verstreut um eine parabelförmige Kurve anordnen, deren Schnittpunkt mit der Ordinate ungefähr bei $F = 2600$ liegt (Abb. 9). Die Verteilung der Punkte berechtigt zu der Erwartung, daß zwischen Eizahl und Gewicht eine Abhängigkeit in Form einer Parabel nach der Gleichung

$$y = a + b \cdot x^c$$

besteht.

Die Ermittlung der Konstanten b und c erfolgte auf graphischem Wege, indem die Werte $\log (F - 2600)$ der 25 g-Gruppen gegen $\log G$ in ein Koordinatensystem mit $\log G$ als Abszisse und $\log (F - 2600)$ als Ordinate eingetragen wurden. Die Punkte streuen um eine Gerade, deren Schnittpunkt mit der Ordinate $\log b = 0,5244$ ergibt, während die Steigung der Geraden (1,48 : 1,00) der Konstanten c entspricht. Die gesuchte Parabel hat somit die Gleichung

$$F = 2600 + 3,346 \cdot G^{1,48} \quad (G = \text{Gewicht in g}) \quad (\text{Abb. 9})$$

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 4)

Abb. 9: *M. scorpius*, Beziehung zwischen Eizahl und Gewicht, x = Mittelwert der 25 g-Gruppen.

Abb. 10: *M. scorpius*, Beziehung zwischen Eizahl und Länge, + = Mittelwert der 2 cm-Gruppen.

In den 2 cm-Gruppen erhöht sich der Quotient F/L, wie aus Tab. 4 ersichtlich, mit steigender Länge zunehmend schneller von 252 auf 815 und schließt damit eine lineare Beziehung zwischen Eizahl und Länge ebenso eindeutig aus wie die Lage der Punkte in Abb. 10, in der die mittleren Eizahlen der 2 cm-Gruppen gegen die mittleren Längen aufgetragen sind.

Tabelle 4
M. scorpius; mittlere Längen und Eizahlen der 2 cm-Gruppen

Längen-Gruppe cm	n	Mitt. Lg. (cm)	Mittl. Eizahl	F/L
13,0—14,9	2	13,8	3 465	252
15,0—16,9	7	16,4	4 337	265
17,0—18,9	7	18,1	6 186	342
19,0—20,9	8	20,0	7 058	354
21,0—22,9	14	21,9	10 020	457
23,0—24,9	9	23,7	11 348	479
26,0—27,9	2	27,0	21 970	815

Eine der Verteilung der Punkte angepaßte Kurve muß erst langsam, mit zunehmender Fischlänge aber immer stärker ansteigen. Diese Bedingung erfüllt wieder eine Parabel, die in diesem Fall die Gleichung

$$F = a + b \cdot L^c$$

hat. Die Parabel schneidet die Ordinate ungefähr bei $F = 2600$. Die Lösung dieser Gleichung wurde wieder auf graphischem Wege durchgeführt, sie ergibt die Gleichung

$$F = 2600 + 0,00763 \cdot L^{4,45} \quad (L = \text{Länge in cm}) \quad (\text{Abb. 10})$$

Die Gleichungen für die Beziehungen zwischen der Eizahl und dem Gewicht bzw. der Länge des Fisches zeigen an, daß die Eizahl auch bei kleinsten geschlechtsreifen Weibchen einen Minimalbetrag nicht unterschreitet. Tatsächlich enthielt keines der untersuchten Weibchen weniger als 2700 Eier. Mit ansteigender Größe des Fisches schnellte die Eizahl zunehmend rascher empor, da die Exponenten erheblich größer sind als 1 (für das Gewicht) und 3 (für die Länge).

Analpapille

Die männliche Urogenitalpapille sitzt als konisches Wärzchen in einer flachen Grube direkt hinter der ziemlich stark vorgewölbten, schräg nach hinten mündenden Analöffnung. Bei einer Höhe von ca. 2 mm beträgt der Durchmesser der Papille an der Basis ca. 1,8 mm, an der Spitze ca. 1 mm. Die Werte beziehen sich auf tote, geschlechtsreife ca. 16 cm lange Männchen, können aber im Einzelfall um einige Zehntelmillimeter schwanken. Wie die übrige Analregion ist auch die Papille von einer wenig oder nicht pigmentierten, durchscheinenden schleimigen Haut bedeckt, in der man feine Adern erkennt, die von der Basis fast bis zur Spitze hin verlaufen. Öffnungen an der Papillenspitze sind makroskopisch nicht sichtbar, wohl aber ist die Harnröhre mit einer feinen Sonde (Pferdehaar) zu ertasten. Es bereitet keine Schwierigkeiten, die Sonde bis zur Harnblase einzuführen. Dagegen gelingt es nicht, den Samenleiter von der Papille aus zu sondieren. Zur Orientierung über den inneren Aufbau der Papille wurde eine Reihe

mikroskopischer Schnitte angefertigt¹). Auf den Schnitten erkennt man, warum die Sondierung des Vas deferens auf Schwierigkeiten stößt. Während die Harnröhre die Papille in ganzer Länge durchzieht, mündet der sich verjüngende Samenleiter kurz vor Erreichen der Papillenspitze in die Harnröhre. Zwei Hautfalten, die die Harnröhre gegen das Vas deferens abschließen, verhindern das Eindringen der Sonde in den Samenleiter. Im Gegensatz etwa zum Rotbarsch (*Sebastes marinus* L.), bei dem nach Untersuchungen von J. MAGNUSSON (1955) Vas deferens und Urethra getrennt in einer flachen Grube an der Spitze der Papille enden, hat *M. scorpius* einen Urogenitalsinus. Die Harnröhre muß ziemlich dehnbar sein, denn der von lebenden Fischen bei Erregung abgegebene Harnstrahl hat fast 1 mm Durchmesser.

Obwohl G. DUNCKER (1901) behauptet, im Gegensatz zu *T. bubalis* sei bei *Cottus gobio* und *M. scorpius* der Besitz einer penisartigen Urogenitalpapille auf die Männchen beschränkt, kann man unschwer feststellen, daß auch die Weibchen von *M. scorpius* ein entsprechendes Organ besitzen. Die weibliche Urinalpapille unterscheidet sich, was Lage und äußere Gestalt betrifft, nicht wesentlich von der männlichen Urogenitalpapille, ist aber etwas kleiner. Bei Weibchen, die kurz vor dem Ablaichen stehen, verschwindet die Papille fast ganz hinter der stark gedehnten, weit vorspringenden Region um die Genitalöffnung.

Versuche zur Frage der inneren oder äußeren Befruchtung der Eier

In älteren Darstellungen (DANMARKS FAUNA 1914, G. DUNCKER 1928) wird die Ansicht vertreten, bei *M. scorpius* finde einige Zeit vor der Eiablage eine innere Befruchtung statt. Die gut entwickelte Urogenitalpapille und das Fehlen der Männchen auf den Laichplätzen werden als Hinweis dafür angeführt. E. EHRENBAUM (1936) widerspricht dieser Meinung unter Hinweis auf O. NORDQVIST (1899), der bei Nordseetieren nur eine Befruchtung der abgelegten Eier feststellte. Trotzdem läßt J. K. SUWOROW (1959) in sehr vorsichtiger Form die Möglichkeit einer inneren Befruchtung offen. Auch B. J. MUUS (1965) gibt diese Befruchtungsweise an.

In meinen eigenen Reusenfängen und den wesentlich zahlreicheren Marktproben waren Männchen und Weibchen auch während der Laichzeit stets gemischt, wenn auch in wechselndem Zahlenverhältnis, vorhanden. Bei den kommerziellen Fängen könnte das daran liegen, daß die Reusenfischerei ein sehr großes Gebiet mit unterschiedlichen Tiefen erfaßt. Aber auch Befragungen der Fischer ergaben keine diesbezüglichen Beobachtungen, daß etwa einige Reusen im flachen Wasser nur Weibchen enthielten, die zur Laichzeit gut von den auf der Unterseite orangerot und weiß gefärbten Männchen zu unterscheiden sind.

Um der Klärung der Frage, ob innere oder äußere Befruchtung stattfindet, näher zu kommen, wurde im November 1958 versucht, im Ovar reifer und nicht ganz reifer Weibchen Sperma nachzuweisen. Die Ovarien der vorher gründlich unter fließendem Wasser gereinigten Fische wurden geöffnet und verschiedene Regionen der Ovarialwand auf Objektträger ausgestrichen. Die Anfärbung der Präparate mit Opalblau erfolgte nach den Anweisungen von B. ROMEIS (1943). Künstlich mit etwas Sperma beschickte Abstriche dienten zum Vergleich. Während sich in den Vergleichspräparaten Kopf- und Halsteile der die Farbe nicht annehmenden Spermien klar von der blauen Grundfarbe des Abstrichs abhoben, wurde in keinem der fast 100 untersuchten Weibchen unversehrtes oder teilweise aufgelöstes Sperma festgestellt.

¹) Dem Direktor des Anatomischen Instituts der Universität Kiel, Herrn Prof. BARGMANN sei an dieser Stelle nochmals für die freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes, Frau PFANNKUCH für die technische Assistenz gedankt.

Es bestand natürlich noch die Möglichkeit eines schnellen Zerfalls des Spermas innerhalb des Ovars nach erfolgter Befruchtung. Dann müßte es jedoch in den noch nicht sichtbar weiter entwickelten Eiern isolierter Weibchen nach der Eiablage zur Larvenentwicklung kommen. Um dies zu überprüfen, wurde eine Anzahl Weibchen im Aquarium des Instituts in einem Stufenbecken gehältert. Der Boden des Beckens war von einem mit kleinen Füßen versehenen, mit Perlonnetz bespanntem Holzrahmen bedeckt, damit der abgesetzte Laich nicht, wie es zu Anfang ohne diese Schutzvorrichtung geschah, von den Fischen aufgefressen werden konnte. Von 18 Mitte bis Ende November gehälterten Fischen laichten 14 ab. Der Laich entwickelte sich in keinem Falle, eine Feststellung, die gegen eine Befruchtung mit kurzlebigen Sperma einige Zeit vor dem Laichen spricht.

Hatten sich bisher die Reifestadien bis einschließlich V als unbefruchtet erwiesen, kamen für eine eventuelle innere Befruchtung nur noch fließende Weibchen in Frage, bei denen die Spermaübertragung kurz vorher stattgefunden haben mußte. Deshalb wurde der Laich frisch gefangener fließend-reifer Weibchen, für jedes Tier gesondert, abwechselnd in zwei Petrischalen abgestreift und der Inhalt einer Schale mit dem Sperma mehrerer Männchen durchmischt. Dann wurden die Proben getrennt in gut durchlüftete 2-Liter-Gläser mit Ostseewasser von 15‰ Salzgehalt überführt. In allen Fällen entwickelten sich nur die künstlich befruchteten Eier, während die anderen abstarben und verpilzten. Eine spätere Wiederholung des Versuchs mit 10 fließenden Weibchen ergab das gleiche Resultat mit Ausnahme eines Weibchens, bei dem erst ein Teil der Eier sich aus den Follikeln gelöst hatte. Hier gelangten beide Proben nicht zur Entwicklung, da die künstliche Befruchtung erfolglos war. Bei allen anderen Versuchen erwiesen sich in den mit Sperma versetzten Proben 60—80% der Eier als befruchtet, wie die Embryonenentwicklung deutlich zeigte.

III. *Taurulus bubalis* (EUPHR.)

Otolithen

Die etwas gestreckteren Otolithen von *T. bubalis* zeigen in Aussehen und Aufbau viele Ähnlichkeiten mit denen von *M. scorpius*. Allerdings beginnt bei Tieren der Altersgruppe II die Anlage der neuen Zuwachszone oft erst um die Jahresmitte (Juli/August), was zu Verwechslungen mit Tieren des nachfolgenden Jahrgangs führen kann und bei Altersbestimmungen an Fängen aus dem Sommer zu berücksichtigen ist. Ein wesentlicher Unterschied besteht in der Größe der Otolithen. Tab. 5, in der Länge und Breite der Otolithen von 109 Männchen der Altersgruppen I—III mit Längen von 8,5—13,0 cm und von 121 Weibchen der Altersgruppen I—IV mit Längen von 9,1—17,0 cm zu-

Tabelle 5

T. bubalis; Verhältnis der Otolithenlänge (in mm) und Otolithenbreite (in mm) zur Fischlänge (in cm) im Juli

♂					♀				
Fisch			Otolithen		Fisch			Otolithen	
n	cm-Bereich	mittl. Länge	mittl. Länge	mittl. Breite	n	cm-Bereich	mittl. Länge	mittl. Länge	mittl. Breite
25	< 10,0	9,4	2,7	1,3	16	< 10,0	9,5	2,8	1,3
33	10,0—10,9	10,3	2,8	1,4	35	10,0—10,9	10,5	2,9	1,4
21	> 11,0	11,5	2,9	1,5	38	11,0—11,9	11,5	3,0	1,4
					19	12,0—12,9	12,3	3,2	1,5
					13	> 13,0	13,9	3,4	1,6

sammengestellt sind, zeigt, daß die Otolithen von *T. bubalis* relativ kleiner sind als die der verwandten Art.

Entsprechend der geringeren Otolithengröße sind das Otolithengewicht dieser Tiere und der Anteil des Otolithengewichts am Fischgewicht ebenfalls bedeutend geringer, wie Tab. 6 zu entnehmen ist. Auffallend ist auch hier der mit zunehmender Größe der Tiere von 0,016% auf 0,010% abnehmende Anteil des Otolithengewichts am Körpergewicht.

Tabelle 6

T. bubalis; Prozentualer Anteil des Otolithengewichts am Fischgewicht im Juli

♂					♀				
Fisch			mittl. Otol. Gew. (mg)	Otol. Gew. in % d. Fischgew. $\cdot 10^{-2}$	Fisch			mittl. Otol. Gew. (mg)	Otol. Gew. in % d. Fischgew. $\cdot 10^{-2}$
n	mittl. Lg. (cm)	mittl. Gew. (g)			n	mittl. Lg. (cm)	mittl. Gew. (g)		
25	9,4	13,3	2,1	1,57	16	9,5	13,5	2,2	1,62
33	10,3	17,8	2,3	1,29	35	10,5	18,7	2,4	1,28
21	11,5	26,6	2,9	1,09	38	11,5	23,2	2,7	1,16
					19	12,3	30,3	3,4	1,12
					13	13,9	41,1	4,3	1,05

Analyse der Reusenfänge

Den folgenden Angaben über die Längenverteilung bei *T. bubalis* in Reusenfängen liegen Messungen an 1980 Tieren von Dezember 1957 bis Dezember 1961 zugrunde. Die auf mm genau gemessenen Tiere wurden zur weiteren Bearbeitung in cm-Gruppen zusammengefaßt. Die mittleren Längen wurden aus den mm-Messungen berechnet.

Die Männchen waren 7,5—13,5 cm, die Weibchen 7,9—17,0 cm lang. Die Maschenselektion der Reusen verhindert den Fang kleinerer Fische, was sich bis in die 9-cm-Gruppe bemerkbar macht. Insgesamt wurde der dicke Kopf mit seinen langen Operkularornen 29 Tieren unter 9 cm zum Verhängnis, darunter nur 6 Weibchen, dagegen 23 Männchen, zu deren sekundären Geschlechtsmerkmalen u. a. auch längere Operkularfortsätze gehören. Die prozentuale Längenverteilung beider Geschlechter ist in Abb. 3 wiedergegeben.

Auch bei *T. bubalis* überwiegt in den Reusenfängen das weibliche Geschlecht, mit 57,2% ist sein Anteil nur wenig geringer als bei *M. scorpius*. Der Überschuß an Weibchen beschränkt sich jedoch auf die oberen cm-Gruppen ab 12 cm. Der geschlechtsspezifische Einfluß der Maschenselektion wurde bereits erwähnt. In den Größen von 7,0 bis 11,9 cm dominieren die Männchen mit insgesamt 57,0%. Bei 12,0—13,9 cm sinkt ihr Anteil auf 33,6%, und von 14,0 cm ab fehlen sie gänzlich. Im Februar/März betrug der Anteil der Männchen in den Reusenfängen nur 26,1%. In den folgenden Monaten nahm er ständig zu und erreichte im September/Oktober mit 57,8% seinen höchsten Prozentsatz. Im November/Dezember überwogen wieder die Weibchen. Zusammengefaßt machen die Männchen in der ersten Jahreshälfte (Februar bis Juni) weniger als $\frac{1}{3}$, in den nächsten 6 Monate etwas über 50% aus.

Aufschluß über die Alterszusammensetzung der Reusenfänge wurde durch Altersbestimmungen an Otolithen von insgesamt 1412 Fischen gewonnen. Die Altersgruppe 0 erschien erstmalig im Oktober in wenigen Exemplaren in den Proben. Bei den Männchen machte sich die Maschenselektion bis zum Juni/Juli des zweiten Sommers, bei den Weibchen bisweilen auch noch 1—2 Monate länger bemerkbar. In den aus

den Monaten Mai bis Dezember zusammengefaßten Fangproben waren weniger als 1% Angehörige des ersten Jahrgangs (0-Gruppe). Die Hauptmenge der Fische entfiel zu fast gleichen Teilen auf die Altersgruppen I und II (47,5 bzw. 46,7%), was beweist, daß die Altersgruppe I nur zum Teil gefangen wird. Nur ca. 10% der Tiere (in der Mehrzahl Weibchen), die das 2. Lebensjahr vollendet hatten, überschritten auch das 3. Lebensjahr (4,8% aller Tiere). Der Fang eines vierjährigen Weibchens ist in der Kieler Förde außerordentlich selten, unter 1412 nur 1 Exemplar. Das Zahlenverhältnis der Altersgruppe II zur Altersgruppe III (98:10) dürfte ungefähr der Alterszusammensetzung zur gegebenen Zeit entsprechen. Ein etwas anderes Bild der Altersgruppenverteilung erhält man, wenn man die Fänge im Herbst/Winter (Oktober—März) zusammenfaßt. Indem man die Anzahl der Altersgruppe I gleich 100 setzt, erhält man für die Altersgruppen 0—III nachstehende Verhältniszahlen: 3:100:34:1, die sehr schön die Reduktion eines Jahrganges um 66% im Verlauf des 2. Lebensjahres demonstrieren. (Abb. 5). Die Addition der Proben vom Mai bis August ergibt für die Altersgruppen I—IV die folgenden Verhältniszahlen: 100:169:20:0,3. Die Reduktion im Verlauf des 3. Lebensjahres ist ungleich stärker, sie beträgt 88,4%, im 4. Lebensjahr 98,5%.

Die Art der Materialbeschaffung erlaubt nur eine Aussage über den Verlauf der letzten $\frac{2}{5}$ des Gesamtwachstums der Weibchen. Bei den Männchen läßt sich die Längenzunahme nur im letzten Drittel des überschaubaren Lebens verfolgen. Im ersten Lebensjahr ist die Hauptmenge der Fische für den Fang in Aalreusen noch zu klein. Das gleiche gilt normalerweise auch für den Beginn des zweiten Lebensjahres bis zum Mai/Juni.

Als Grundlage zur Darstellung der Wachstumskurven beider Geschlechter (Abb. 6) dient die mittlere Länge der Altersgruppen 0—IV im Oktober/Dezember, wobei die mittlere Länge der 0-Gruppen nicht die wahre, sondern eine durch die Maschenselektion überhöhte Länge ist. Der sehr steile Kurvenanstieg, Kennzeichen einer schnellen Längenzunahme, wird bereits im 2. Lebensjahr, in dessen Verlauf die Tiere die Geschlechtsreife erlangen, besonders bei den Männchen merklich geringer. Nach einer weiteren Abflachung im 3. Lebensjahr neigen sich beide Kurven im 4. Lebensjahr in die Waagerechte und zeigen mit diesem für einen kurzlebigen Fisch typischen Kurvenbild den Stillstand des Wachstums an, der für die meisten Fische dieser Art mit dem Lebensende gleichzusetzen ist. Bei beiden Geschlechtern ist die Längenzunahme in den ersten 14 Monaten rund fünffach so groß wie im darauffolgenden Jahr und annähernd zehnfach so groß wie in den danach folgenden 12 Monaten.

Eintritt der Geschlechtsreife

Die Geschlechtsreife tritt bei Weibchen in der Regel im Verlauf des 2. Lebensjahres ein, aber auch unter den besonders schnellwüchsigen Tieren der 0-Gruppe findet man bisweilen heranreifende Weibchen. Ein Teil der Männchen wird regelmäßig schon am Ende des ersten Lebensjahres fortpflanzungsfähig. Während die Gonadenreifung der Männchen im Herbst an der Größenzunahme der Gonaden bemerkbar wird und unter günstigen Bedingungen bis zum Jahresende sehr weit fortgeschritten sein kann, beginnt die Reifung der Ovarien nachweislich bereits im Sommer (vergl. S. 115), schreitet jedoch langsam voran und erfolgt damit vorwiegend in einer Zeitspanne, die größtenteils in die winterliche Fangpause der Kleinfischerei fällt und somit nur wenig Möglichkeiten zur Beobachtung des Reifungsprozesses bietet. Im Reifestadium II, während der „Ruhezeit“ der Gonade, die sich für die Weibchen vom Juli bis in den Oktober erstreckt, beträgt der Anteil des Gonadengewichts am Fischgewicht rund 1—2%. Die Farbe der Ovarien ist schwarz, mit Intensivierung der Reifung wechselt sie mehr zu Grün hin. Anfang Dezember 1961 standen praktisch alle Tiere am Beginn der Reifung (Reifestadium III).

Der Anteil des Gonadengewichts hatte sich gegenüber der Ruhezeit nur wenig erhöht (2,5%).

Obwohl G. DUNCKER (1928) als Beginn der Laichzeit den Januar nennt, konnte ich in der zweiten Februarhälfte 1958 noch keine abgelaichten Weibchen beobachten, bei 25% der Tiere, deren Gonadengewicht bis zu 20% des Körpergewichts ausmachte, stand das Ablichten allerdings unmittelbar bevor. Die übrigen waren zumeist im Stadium III oder IV. In der ersten Märzhälfte war der Anteil der noch nicht laichreifen Tiere mit einem mittleren Gewichtsanteil der Gonaden von ca. 13% (Stadium V) auf 35% gesunken, 31% waren vollreif, der Rest hatte bereits abgelaicht. Im Jahre 1959 dagegen wurde das erste abgelaichte Exemplar unter 38 Weibchen erst am 12. März beobachtet. Das verspätete Laichen war vermutlich eine Folge der damals sehr niedrigen Wassertemperatur.

Anfang Mai 1961 standen 21% der Weibchen — zum zweiten Mal — im Stadium der Vollreife, bei 56% war die Gonadenreifung noch nicht wieder so weit fortgeschritten, sie verhielten noch auf dem Reifestadium V, 23% waren abgelaicht. Bis zur Monatsmitte verminderte sich der Anteil des Stadiums V auf 15%, der Prozentsatz der Weibchen, welche endgültig abgelaicht hatten, war mittlerweile auf 60% gestiegen, 25% waren noch vollreif. Verglichen mit den Proben vom März ist eine deutliche Abnahme des prozentualen Gonadengewichts vor, bei und nach dem zweiten Ablichten (Reifestadium V—VII) festzustellen. Eine Probe vom Juni bestand außer einem Tier im Reifestadium IV, das einige Residualeier enthielt, aber vermutlich nicht noch einmal gelaicht hätte, nur aus abgelaichten Weibchen. Nach Resorption der über das „Reservestadium“ hinaus in Reifung befindlichen Oozyten — die Residualeier widerstehen der Auflösung wesentlich länger — erreichen die Ovarien im Juli wieder das Ruhestadium (II), in dem sie bis zum Beginn der nächsten Reifungsperiode verharren.

Die Männchen haben bei der Gonadenreifung üblicherweise einen deutlichen Vorsprung vor den Weibchen. Im Dezember haben alle Männchen das Reifestadium V erreicht, das Gonadengewicht beträgt im Mittel 6,8% des Gesamtgewichts. Der mittlere Gewichtsanteil der Gonaden steigt bis zum März auf 9%, maximal 11—12% (bei Weibchen maximal ca. 20%). Alle Männchen sind jetzt fließend (Stadium VI). Der Gewichtsanteil der entleerten Gonade sinkt bis zum Mai auf durchschnittlich 3,6% des Fischgewichtes. Bei Druck auf die schlaffen Hoden der Männchen trat im Mai in der Regel kein Sperma mehr aus. Die Rückführung der Gonaden auf das Ruhestadium (II) vollzieht sich bei den Männchen schneller als bei den Weibchen. Im Laufe eines weiteren Monats reduziert sich das Gewicht der kontrahierten, jetzt völlig schwarzen Hoden auf weniger als 1% des Körpergewichtes. Dieser Gewichtsanteil (0,5—1,0%) nimmt erst wieder zu im folgenden Herbst bei der Vorbereitung auf die nächste Fortpflanzungsperiode.

Nach E. EHRENBaum (1936) erscheinen die nach 6—7 Wochen Inkubationszeit der Eier schlüpfenden 5,5—6,0 mm großen, anfangs planktisch lebenden Larven etwa im April/Mai. R. KÄNDLER (1961) fand in Ringtrawlfängen aus der Kieler Förde bis 5 mm große Jugendstadien von *T. bubalis* in den Monaten April bis Juli mit einem deutlichen Maximum im Mai. Auf den Größenunterschied zwischen Larven aus der Ostsee und aus der Nordsee wurde schon an anderer Stelle (S. 104) hingewiesen. S. STRODTMANN (1918) fing in der östlichen Ostsee bis in der Nähe des finnischen Meerbusens im Juli und August teils in Bodennähe, teils aber auch noch im freien Wasser eine Anzahl Fischlarven, die er *T. bubalis* zuordnete. Es leuchtet ein, daß die Larven in höheren Breiten infolge der verzögerten Laichzeit bis weiter in den Sommer hinein planktisch leben als etwa im hiesigen Gebiet, wo 13—14 mm lange Larven schon im Juni im flachen Wasser der Küsten angetroffen werden.

Oozytenreifung

Im frischen Ovar sind die Oozyten bis ca. 0,2 mm \varnothing durchsichtig, im heranreifenden Zustand infolge Einlagerung von Dottersubstanz schwach grünweiß bis gelblich. Die reifen Eier sehen grünlich-glasig, manchmal auch rötlich-gelb aus. Bei Formolfixierung behalten alle Oozyten bis 0,15 mm \varnothing und auch einige größere bis ca. 0,2 mm \varnothing ihre Durchsichtigkeit, bei den anderen trübt sich der Zellinhalt. Die Grünfärbung verblaßt, so daß die Eier mehr gelblich-weiß, im reifen Zustand gelblich bis hell orangefarben aussehen.

Zu Beginn der Ovarialreifung im Oktober enthalten die Ovarien außer einigen geschrumpften gelben Residualeiern von 1,0—1,1 mm \varnothing einen einheitlichen Bestand von undurchsichtigen Eiern zwischen 0,2 und 0,6 mm \varnothing , der kontinuierlich in eine große Zahl kleiner und kleinster durchsichtiger Oozyten übergeht (Abb. 8a). Diese Ovarien entsprechen damit dem Reifestadium III. Die durchsichtigen Oocyten bis 0,2 mm \varnothing sind in Abb. 8a—g nicht prozentual erfaßt. Im Dezember wird eine Trennung zwischen den mittlerweile durch Dotteraufnahme erheblich vergrößerten Eiern und dem Reservebestand an kleinsten Oozyten bis 0,2 mm \varnothing erkennbar. Zuweilen gliedert sich außerdem bereits eine Anzahl noch größerer gelblich gefärbter Eier (0,8—1,0 mm) von den übrigen ab (Abb. 8b). Derartige Ovarien befinden sich im Reifestadium IV. Im März (Abb. 8c) scheiden sich die undurchsichtigen reifenden Eier durch ihre Größe klar von den kleinen durchsichtigen Reserve-Oozyten. Außerdem trennt eine weite Lücke von 0,8—1,1 mm eine kleine Gruppe von bereits weit herangereiften Eiern (1,2—1,4 mm) von der Hauptmenge (0,2—0,8 mm). Vergleicht man die Verteilung der Oozytengrößen in den Abb. 8c und 8d miteinander, so fällt der hohe Anteil von Oozyten zwischen 0,6 und 0,8 mm \varnothing in Abb. 8c auf, der darauf hindeutet, daß bei diesem Ovar eine weitere Oozytengruppe im Begriff stand, sich vom Gros abzutrennen. Alle Oozyten stehen noch in Verbindung mit dem Keimepithel, die größten nehmen aber schon innerhalb der Follikel ein dunkleres, glasiges Aussehen an. Ein solches Ovar entspricht dem Reifestadium V. Im Verlauf des März erlangen die meisten Weibchen die Laichreife (Reifegrad VI). Der Inhalt des Ovars eines laichreifen Weibchens (Abb. 8d), gliedert sich in 4 Größengruppen:

1. glaseig, nahezu vollreife Eier (1,4—1,6 mm \varnothing),
2. gelbliche, bereits weit gereifte Eier (0,8—1,2 mm \varnothing),
3. weißlichtrübe, heranreifende Oozyten von 0,2—0,7 mm \varnothing und
4. durchsichtige Oozyten des Reservebestandes unter 0,2 mm \varnothing .

Die reifen Eier sammeln sich nach dem Verlassen der Follikel an der dehnbaren, durchscheinenden, nicht von Keimepithel bedeckten Ventralwand des in zwei Hörner auslaufenden Ovars.

Bereits F. FULTON (1891) wies auf das Vorhandensein großer und kleiner Eier u. a. auch im Eierstock von *T. bubalis* hin. Die Unterteilung des Inhalts der Ovarien in mehrere Größengruppen deutet darauf hin, daß *T. bubalis* die in einer Laichzeit abgegebenen Eier nicht auf einmal, sondern in mehreren Schüben ablegt, die durch Laichpausen getrennt sind. Abb. 8e stellt die Größenverteilung der Oozyten nach dem ersten Ablichten Anfang April dar. Einige wenige pralle Residualeier von 1,4 mm \varnothing bezeugen, daß es sich bei diesem Tier um einen Fisch handelt, der bereits einmal ausgiebig gelaicht hatte. Das Vorhandensein großer Mengen reifender Eier zeigt, daß das Ablichten noch nicht abgeschlossen war. Die für die zweite Laichperiode bestimmten Eier sind 1,0—1,2 mm groß und von gelblicher Farbe. Die nächstkleinere, weißlichtrübe Größengruppe von 0,3—0,8 mm \varnothing hat sich klar vom durchsichtigen Reservebestand, der maximal 0,2 mm \varnothing erreicht, getrennt. Abgesehen von den Residualeiern

entspricht dieses Ovar dem Reifestadium IV, ich habe es daher als Reifestadium VII/IV bezeichnet. Der zweite Laichschub reift etwa bis zum Mai heran. (Abb. 8f, Reifestadium VII/V). Die Gruppe der glasigen Eier mit 1,2—1,5 mm \varnothing hat schon fast die endgültige Größe erreicht. Diese Eier unterscheiden sich äußerlich kaum von evtl. vorhandenen Residualeiern aus dem ersten Laichschub. Der Durchmesser der weißlich-trüben Eier (0,4—0,8 mm) hat gegenüber dem April zugenommen, ebenfalls der Größenunterschied zwischen den kleinsten Eiern der mittleren Gruppe und den größten Reserve-Oozyten. Im Gegensatz zu den Ovarien im März (Abb. 8d), fehlen im Mai auch bei den unmittelbar vor dem Abblachen stehenden Weibchen die nachrückenden gelblichen Eier von 0,8—1,2 mm \varnothing .

Da Anfang Juni weniger als 1% der Weibchen noch nicht endgültig abgelacht haben, darf man annehmen, daß der zweite Laichschub beendet ist. Die Zahl der jetzt noch vorhandenen Residualeier schwankt und kann bis zu ca. 100 Stück betragen. Im Juli besteht der Inhalt mancher Ovarien nur aus sehr vielen winzigen, durchsichtigen Reserve-Oozyten von maximal 0,2 mm \varnothing und einigen Residualeiern. Die kleinen, auf einem frühen Entwicklungsstadium stehengebliebenen Eier wurden inzwischen bereits aufge'öst, während die Residualeier dem Abbau widerstanden. Zwischen den heranwachsenden kleinen Oozyten sitzen bisweilen noch die Reste zerfallener Eier. Andere Ovarien enthalten auch noch größere Oozyten von 0,1—1,0 mm \varnothing (vergl. Abb. 8g). Diese teils weißlich, teils gelblich gefärbten, offenbar bereits degenerierten Oozyten sind in manchen Ovarien so weich, daß sie sich nicht unversehrt vom Keim-epithel lösen lassen.

Während Residualeier die Zeit bis zur nächstjährigen Laichzeit im Ovar überdauern können — einige Eierproben zur Fruchtbarkeitsbestimmung enthielten noch Reste vor-jähriger Eier —, scheinen nach Abschluß der Laichzeit die noch vorhandenen reifenden Eier etwa bis zu einem Durchmesser von 0,8 mm aufwärts im Laufe des Sommers resorbiert zu werden. In den Monaten März bis Mai (Abb. 8c—f) überschreiten die größten Oozyten des Reservebestandes fast nie 0,15 mm \varnothing , im Juli ist der Maximaldurchmesser dieser Oozyten auf 0,2 mm gestiegen. Gleichzeitig mit dem Abbau der Reste des alten Geleges beginnt also schon der Aufbau des Geleges für den kommenden Reifezyklus aus dem Reservebestand heraus. Die Eireifung beginnt somit bei *T. bubalis* im Juli und dauert 9—11 Monate bis März/Mai.

Fruchtbarkeit

Untersuchungen über die Fruchtbarkeit bei *T. bubalis* im Ostseeraum sind bisher nicht bekannt geworden. Die an Fischen der Kieler Förde durchgeführten Eizählungen geben insofern auch noch kein vollständiges Bild, als bei diesen Tieren nur die vor dem ersten Laichen als „reifend“ erkennbaren Eier (über 1,3 mm \varnothing) gezählt wurden. Bei manchen Fischen war zwar eine eindeutige Unterscheidung zwischen dem Reservebestand und dem Gelege, d. h. den heranreifenden Eiern möglich — die Oozytengrößen von Abb. 8d repräsentieren ein solches Ovar —, bei anderen Ovarien bestand jedoch ein so gleitender Übergang zwischen den kleinen und den mittleren Oozyten, daß eine klare Abtrennung der zu zählenden Oozyten nicht möglich gewesen wäre. Der Durchmesser der kleinsten mitgezählten Eier in den ausgezählten Ovarien dagegen war stets mindestens ca. 0,2 mm größer als bei den nächstkleineren nicht berücksichtigten Oozyten. Deswegen wurde bewußt von einer Zählung der nachreifenden Oozyten unter 1,2 mm \varnothing abgesehen, zumal nachweislich ein erheblicher Prozentsatz dieser Eier nicht zur Ablage kommt, sondern resorbiert wird.

Ausgezählt wurden die Eier über 1,3 mm \varnothing von 18 Fischen der Altersgruppe I mit einer Längenvariation von 11,1 bis 14,3 cm und von 22 Tieren der Altersgruppe II mit Längen zwischen 13,1 und 15,5 cm. Die Proben stammten aus der Zeit vom

12.—17. III. 1959. Zweifelloso handelt es sich hierbei um das 1. Gelege. Bei den meisten Weibchen hatten sich die reifen Eier schon größtenteils im Lumen der Ovarien gesammelt, nur bei einigen saß die Mehrzahl der Eier noch im Keimepithel. Die herauspräparierten Ovarien wurden bis zur Bearbeitung unzerteilt in 4-proz. Formalinlösung konserviert. Die Vorbereitung der Proben für die Auszählung geschah in der schon bei *M. scorpius* beschriebenen Weise. Von den Proben wurde jeweils eine Portion von ca. 1 g — immerhin etwa 20—40 % der Gesamtmenge — genau ausgewogen und ausgezählt und daraus die Gesamtzahl berechnet. Die erhaltenen Eizahlen wurden auf volle Zehner abgerundet. Die Eizahlen variieren zwischen 1570 und 5050, wobei ein deutlicher Anstieg mit zunehmender Größe der Fische (Länge und Gewicht) festzustellen ist, wenn auch die Eizahl gleich großer Weibchen um 25—40 % differieren kann.

Um die mathematische Bearbeitung der Beziehung zwischen Fruchtbarkeit und Größe des Fisches vornehmen zu können, wurden die Weibchen nach Gewicht in 5g-Gewichtsklassen und nach Länge in $\frac{1}{2}$ cm-Gruppen geordnet und dafür die mittleren Gewichte bzw. Längen und die zugehörigen mittleren Eizahlen berechnet (Tab. 7 und Tab. 8).

Die Berechnung des Verhältnisses zwischen Eizahl und Gewicht zeigt — ähnlich wie bei *M. scorpius* — mit zunehmendem Gewicht eine charakteristische Veränderung des Quotienten F/G: einer anfänglichen Abnahme von 59 auf rund 47 folgt wieder ein Anstieg auf 58. Da diese Veränderung trotz der geringen Zahl von Tieren innerhalb der einzelnen Gewichtsklassen sehr regelmäßig erfolgt, spricht sie gegen eine lineare Beziehung. Um näheren Aufschluß über das Verhältnis zwischen Eizahl und Gewicht

Tabelle 7

T. bubalis; Mittlere Gewichte und Eizahlen der 5g-Gruppen, Beziehung zwischen Eizahl und Gewicht

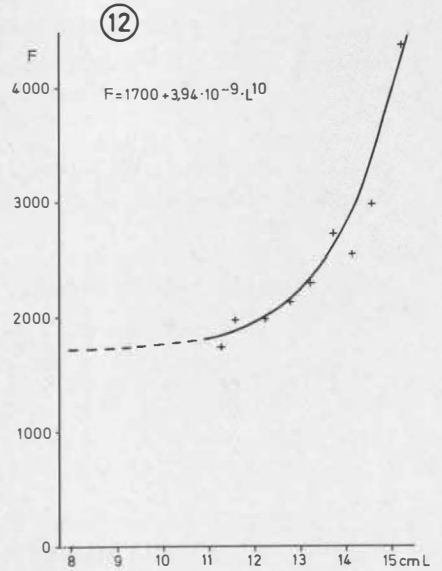
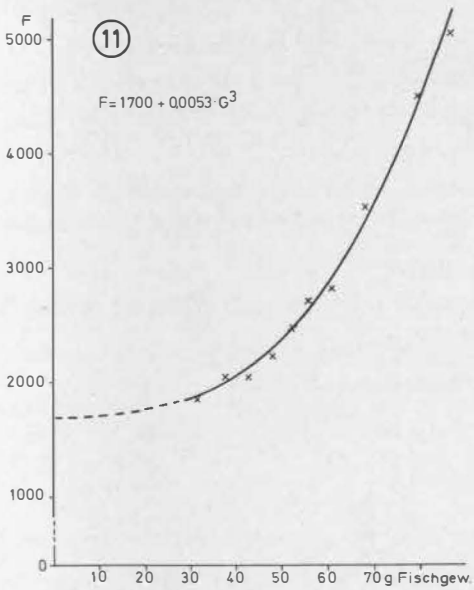
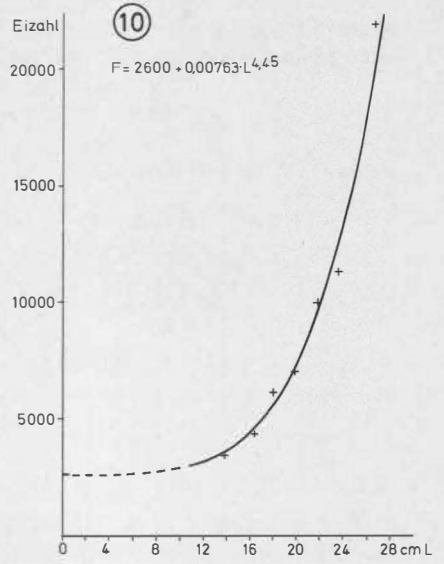
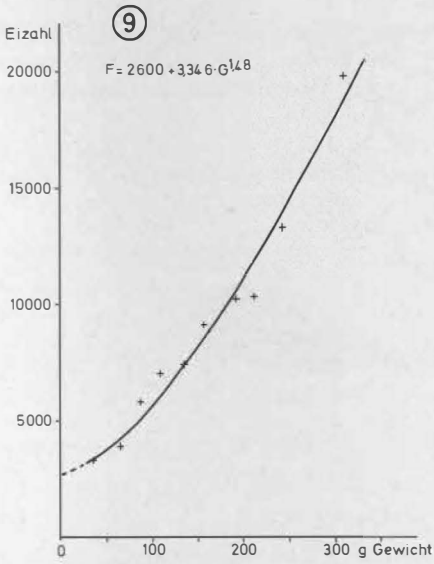
Gewichtsklasse g	Anzahl	mittl. Gewicht g	mittl. Eizahl	F/G
29,0—34,9	4	31,2	1 855	59,4
35,0—39,9	4	37,5	2 038	54,3
40,0—44,9	4	42,8	2 053	48,0
45,0—49,9	4	47,9	2 228	46,5
50,0—54,9	9	52,5	2 468	47,0
55,0—59,9	7	56,2	2 713	48,3
60,0—64,9	4	62,1	2 920	47,0
65,0—69,9	2	68,5	3 535	51,6
80,0—84,9	1	80,0	4 490	56,1
85,0—89,9	1	87,0	5 050	58,1

zu erlangen, wurde — wie bereits bei *M. scorpius* — auch diese Beziehung graphisch analysiert. Zu diesem Zwecke sind in Abb. 11 die mittleren Eizahlen gegen die mittleren Gewichte der 5g-Gruppen abgetragen. Die Punkte lassen sich durch eine Kurve verbinden, die in Form einer Parabel die Ordinate etwa im Punkt $F = 1700$ schneidet. Man darf daher annehmen, daß sich die Beziehung zwischen Gewicht und Eizahl wie bei der verwandten Art durch eine Parabelgleichung ausdrücken läßt. Die Kon-

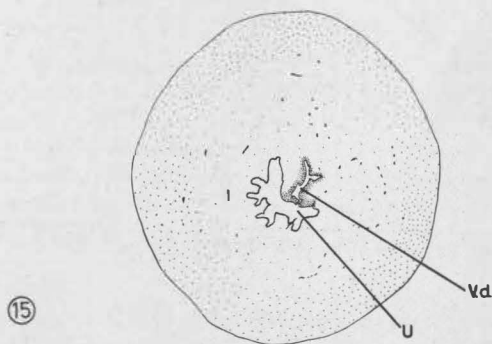
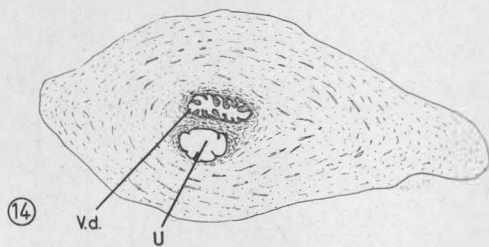
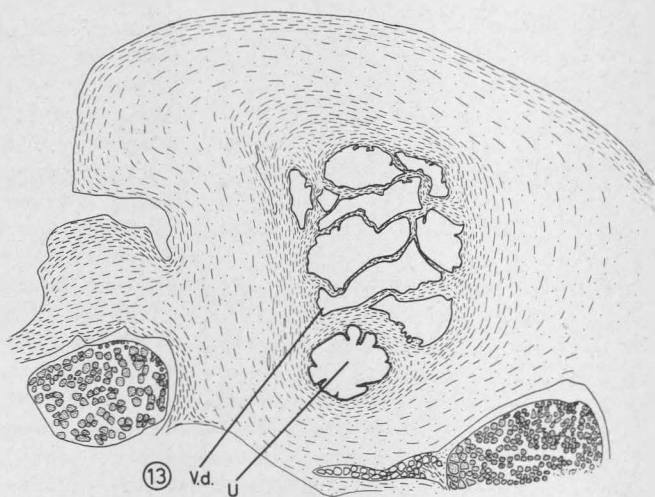
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 5)

Abb. 11: *T. bubalis*, Beziehung zwischen Eizahl und Gewicht, x = Mittelwert der 5 g-Gruppen.

Abb. 12: *T. bubalis*, Beziehung zwischen Eizahl und Länge, + = Mittelwerte der $\frac{1}{2}$ cm-Gruppen.



Tafel 5 (zu F. Lamp)



Tafel 6 (zu F. Lamp)

stanten b und c wurden, wie bereits beschrieben, auf graphischem Wege bestimmt und ergeben die folgende Parabelgleichung 3. Grades

$$F = 1700 + 0,0053 \cdot G^3 \text{ (Gewicht in g) (Abb. 11)}$$

Der Tab. 8, in der die mittleren Längen und die mittleren Eizahlen der 1/2 cm-Gruppen zusammengestellt sind, ist zu entnehmen, daß der Quotient F/L, wenn auch nicht ohne Schwankungen, mit zunehmender Länge ansteigt, von 155 auf 288.

Tabelle 8

T. bubalis. Mittlere Längen und Eizahlen der 1/2 cm-Gruppen der Weibchen

cm-Gruppe	Anzahl	mittl. Lg. cm	mittl. Eizahl	F/L
11,0—11,4	2	11,2	1 740	155
11,5—11,9	2	11,6	1 970	171
12,0—12,4	3	12,2	1 980	162
12,5—12,9	3	12,7	2 137	168
13,0—13,4	8	13,2	2 309	175
13,5—13,9	8	13,7	2 729	200
14,0—14,4	9	14,1	2 553	181
14,5—14,9	2	14,6	2 995	206
15,0—15,5	3	15,2	4 380	288

Die graphische Darstellung der Tabellenwerte (Abb. 12) zeigt eine anfangs flach verlaufende, dann immer stärker ansteigende Kurve, deren Schnittpunkt mit der Ordinate bei F = 1700 liegt. Die graphische Analyse dieser Beziehung führt zu der Parabelgleichung

$$F = 1700 + 3,94 \cdot 10^{-9} \cdot L^{10} \text{ (Länge in cm) (Abb. 12)}$$

Die hohen Exponenten für L und G lassen erkennen, daß sich die Eizahl bei Zunahme von Länge und Gewicht des Fisches in ständig wachsendem Maße erhöht.

Analpapille

Während die Urogenitalpapille bei *M. scorpius* infolge ihrer geringen Größe nur wenig auffällt, stellt sie bei den Männchen von *T. bubalis* eines der hervorstechendsten Merkmale

Tabelle 9

T. bubalis. Mittlere Längen der Urogenitalpapillen der Männchen

cm-Gr.	18. April 1961		7. Dezember 1961	
	Anzahl	Papillenlänge	Anzahl	Papillenlänge
13	3	10,7 mm	3	9,9 mm
12	3	10,1 mm	9	8,3 mm
11	3	8,6 mm	3	7,3 mm

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 6)

- Abb. 13: *T. bubalis*, ♂, Querschnitt durch die Basis der Urogenitalpapille mit Vas deferens (V. d.) und Urethra (U.). Vergrößerung 25 ×.
- Abb. 14: *T. bubalis* ♂, Querschnitt durch die Urogenitalpapille kurz vor dem Zusammentreffen von Vas deferens (V. d.) und Urethra (U.). Vergrößerung 25 ×.
- Abb. 15: *T. bubalis* ♂, Querschnitt durch die Spitze der Urogenitalpapille in Höhe der Vereinigung von Vas deferens (V. d.) und Urethra (U.). Vergrößerung 50 ×.

im äußeren Erscheinungsbild dar. Bei diesen erreicht auch die Urinalpille der Weibchen eine so beachtliche Größe, daß sie dem weniger geübten Betrachter während der sommerlichen Ruheperiode der Gonadenentwicklung Anlaß zur Verwechslung der Geschlechter geben kann,

Die in Tab. 9 aufgeführten mittleren Papillennängen verschieden großer Männchen aus dem Spätherbst und während der Paarungszeit Anfang April gelten für die erschafften Papillen toter Männchen. Gemessen wurde die Entfernung von der kaudalen Basis der schräg nach hinten gerichteten Papille bis zur Spitze. Die Zahlen zeigen eine Abhängigkeit der Papillennänge von der Größe des Fisches und eine deutliche Größenzunahme im Frühjahr.

Tabelle 10

T. bubalis. Mittlere Längen der Urinalpapillen der Weibchen

7. Dezember 1961		
cm-Gr.	Anzahl	Papillennänge
14	3	3,6 mm
13	9	3,4 mm
12	7	3,2 mm
11	5	3,2 mm

Bei den Weibchen, deren Urinalpapillen nicht im Dienste der Fortpflanzung stehen, war zwar ebenfalls eine Beziehung zwischen Fisch- und Papillengröße festzustellen, aber keine bemerkbare Vergrößerung des Organs während der Paarungszeit (Tab. 10). An der Basis haben die männlichen Papillen je nach Größe einen Durchmesser von 3,5—5,5 mm, der ungefähr ihrer halben Länge entspricht. Die weiblichen Papillen haben bei ihrer geringeren Länge einen kleineren Durchmesser. Wie die übrige Ventralregion ist auch die Analregion einschließlich der Urogenitalpille von einer sehr schleimigen Haut bedeckt. Die Grundfarbe der Bauchseite der Männchen ist gelb bis gelborange mit weißen Flecken im Winter und Frühjahr, die der Analregion und der Papille weiß. Die Papille trägt auf weißem Grund ein variables Muster von orangefarbenen, mit schwarzen Pigmentpunkten übersäten Flecken, das jedoch ihre äußerste Spitze frei läßt, wo Harnröhre und Vas deferens gemeinsam in einem Urogenitalsinus münden. Die elastischen Ränder schließen die Öffnung bei *T. bubalis* so gut ab, daß sie nicht zu sehen, sondern nur mit Hilfe einer Sonde zu entdecken ist.

In der Universitäts-Zahn- und Kieferklinik Kiel wurden Röntgenkontrastaufnahmen der männlichen Gonaden und des Genitaltraktes von *T. bubalis* hergestellt.¹⁾ Als Kontrastmittel diente in die Hoden injiziertes Urografin. Die Aufnahmen lassen erkennen, daß die beiden Hoden am kaudalen Ende, wo sie zusammentreffen, in ein gemeinsames, sich zur Papillenspitze hin verjüngendes Vas deferens einmünden.

Laut J. K. SUWOROW (1959) sind die Samenleiter derjenigen Fische auf ganzer Länge unpaar, deren Hoden an den Enden miteinander verwachsen sind. Bei einer Reihe anderer Formen verschmelzen die Samenleiter erst später. Dieser Fall liegt beispielsweise, wie J. MAGNUSSON (1955) feststellte, bei *Sebastes marinus* L. vor, wo die beiden in einer dorsalen Falte am Hoden entlanglaufenden Ductus epididymidis sich kaudal zu einem unpaaren Vas deferens vereinigen. Die Wände des in Form eines abgeplatteten Schlauches bis zur Spitze der Urogenitalpapille reichenden Vas deferens sind glatt und zeigen nur gelegentlich kleine Falten und Epitheleinsenkungen.

¹⁾ Herrn Dr. J. ANDRULAIT danke ich für seine freundliche Vermittlung.

Um Aufschluß über das Aussehen des im Röntgenbild nicht deutlich hervortretenden Vas deferens zu erhalten, wurden von der Urogenitalpapille und der anschließenden Hodenregion Paraffinschnitte angefertigt, die zeigen, daß die Hoden von *T. bubalis* am kaudalen Ende miteinander verwachsen sind. Dort, wo sie zusammentreffen, einige mm vor dem hinteren Hodenende beginnend, verläßt eine Anzahl von Ausführungsgängen die einander zugekehrten Seiten der Hoden. Anfangs sind die Gänge kaum vom angrenzenden Hodengewebe zu unterscheiden. Kaudalwärts bilden sie einen Strang vieler sehr verschieden weiter Einzelgänge, von deren Wänden größere und kleinere Septen in das Lumen hineinragen. An der Basis der Urogenitalpapille hat sich die Zahl der Kanäle durch den allmählichen Fortfall einiger Zwischenwände bereits vermindert (Abb. 13). Zur Spitze der Papille hin nimmt die Zahl der Gänge immer weiter ab, ihr Querschnitt verringert sich, auch die Urethra wird enger. Kurz vor dem Zusammentreffen mit der Urethra besteht das Vas deferens nur noch aus einem einzigen Gang mit auffällig vielen Septen (Abb. 14). Zwei ausgedehnte Hautfalten in der Wand der Urethra bedecken die Einmündung des Vas deferens in die Harnröhre (Abb. 15). Die Vereinigung der beiden Ausführungsgänge findet unmittelbar unterhalb der Papillenspitze statt. Der hier beginnende Urogenitalsinus mit ovalem Querschnitt ist nur Bruchteile eines Millimeters lang.

Nachweis der inneren Befruchtung

Falls es bei *T. bubalis* vor der Eiablage zu einer inneren Befruchtung käme, dann müßten sich die künstlich abgestreiften Eier reifer Weibchen unter geeigneten Bedingungen weiter entwickeln. Um das zu überprüfen, wurde im Februar/März 1959 der Laich von insgesamt 11 fließenden Weibchen (Stadium VI) gesondert in belüftete 2-L-Standgläser mit Ostseewasser abgestreift und im Aquarium bei 12°C Raumtemperatur gehältert. Die von viel durchsichtigem Schleim durchsetzten Laichklumpen verhärteten nach kurzer Zeit im Seewasser. Bei allen 11 Laichproben begann die Embryonalentwicklung. Jedoch nur in 2 Fällen verließen einige Larven nach ca. 15 Tagen die Eihüllen, in den übrigen Kulturen verpilzte der Laich und starb ab. Eine Wiederholung des Versuches mit drei Proben im Mai bei Zimmertemperatur zeigte prinzipiell das gleiche Resultat. Die Ergebnisse dieser Versuche lassen keinen Zweifel daran, daß die Eier von *T. bubalis* bereits im Ovar befruchtet werden und somit eine innere Befruchtung stattfindet. Es war deshalb von Interesse, festzustellen, in welchem Reifestadium der Ovarien die Begattung der Weibchen erfolgt. Zu diesem Zwecke wurden im März 1959 von 52 Fischen verschiedener Reifestadien Ovarienabstriche hergestellt und sofort mikroskopisch untersucht. Die Befunde der Abstriche sind in Tab. 11 niedergelegt.

Tabelle 11

T. bubalis. Die Menge der in Ovarien verschiedener Reifegrade vorgefundenen Spermien (März 1959)

Sperma	Reifegrad				Anzahl
	IV	V	VI	VII	
viel			35	1	36
wenig		1	5	2	8
nichts	2	3	3		8
	2	4	43	3	52

Erwartungsgemäß wurden in den Ovarien von *T. bubalis* Spermien festgestellt. Dabei fiel auf, daß mit einer Ausnahme nur die Ovarien Sperma enthielten,

in denen die transparenten Eier bereits die Follikel verlassen und sich im Lumen, d. h. im ventralen Teil des Ovars gesammelt hatten. Soweit die Präparate bewegliches Sperma enthielten, war dieses natürlich besonders auffällig. Aber auch die unbeweglichen Samenzellen unterscheiden sich, ganz abgesehen von ihrer Gestalt, deutlich durch andere Lichtbrechung vom Ovarialschleim und den sonstigen darin enthaltenen Partikeln. Ließen die Abstriche nur wenig oder kein Sperma im ungefärbten Präparat erkennen, so wurden sie zur Kontrolle mit Opalblaufärbung (Methode BRESSLAU-ZEIGER — 1928) nach R. ROMEIS (1943) wiederholt. Nur drei Weibchen mit freien Eiern im Ovarium erwiesen sich als noch nicht befruchtet.

Wenn es auch natürlich nicht möglich war, die Zeitspanne zwischen dem Austritt der Eier aus den Follikeln und dem Beginn des Ablassens beim einzelnen Tier festzustellen, so läßt die fortschreitende Reifung des Gesamtbestandes doch den Schluß zu, daß es sich hierbei nur um einige Tage handeln kann. Die Begattung der Weibchen und die Befruchtung der Eier dürfte also nur wenige Tage vor der Eiablage, etwa zu gleicher Zeit, stattfinden, während J. MAGNUSSON (1955) beim Rotbarsch *Seb. marinus* L. feststellte, daß die Befruchtung der Eier erst einige Monate nach der Begattung der Weibchen erfolgt.

Literaturverzeichnis

- DUNCKER, G. u. W. LADIGES (1961): Die Fische der Nordmark. Hamburg. — DUNCKER, G. u. E. MOHR (1928): Pisces. In: Tierwelt der Nord- und Ostsee. — EHRENBAUM, E. (1909): Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton, Zool. Teil 1. — EHRENBAUM, E. (1936): Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeuropas. Handb. der Seefischerei Nordeuropas 2. — FULTON, F. (1891): On the growth and maturation of the ovarian eggs of teleostean fishes. Rep. Fish. Board Scotland 16. — GÖTTING, K. J. (1961): Beiträge zur Kenntnis der Grundlagen der Fortpflanzung und zur Fruchtbarkeitsbestimmung bei marinen Teleosteen. Helg. Wiss. Meeresunters. 8. — HASS, G. (1936/37): Variabilitätsstudien an *Gobius niger* L., *Gobius minutus* PALL. und *Cottus scorpius* L. Kieler Meeresforschungen 1, 279—321. — JENKINS, J. T. (1946): The Fishes of the British Islands. London. — KÄNDLER, R. (1961): Über das Vorkommen von Fischbrut, Decapodenlarven und Medusen in der Kieler Förde. Kieler Meeresforschungen 17, 48—64. — KÄNDLER, R. u. S. DUTT (1958): Fecundity of Baltic Herring. Rapp. et. Proc.-Verb. 143. — KÄNDLER, R. u. FR. LAMP (1965): On Growth, Fertility and Mode of Fertilization in *Cottidae*. Paper presented to the Meeting of ICES in Rome, No. 42. — KÄNDLER, R. u. W. PIROWITZ (1957): Über die Fruchtbarkeit und das Wachstum der Plattfische im Nordsee-Ostsee-Raum. Kieler Meeresforschungen 8, 11—34. — KÜHL, H. (1961): Nahrungsuntersuchungen an einigen Fischen im Elbe-Mündungsgebiet. Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 16, 90—104. — LAMP, FR. (1965): Beiträge zur Bestandskunde und Fortpflanzungsbiologie der Seeskorpione *Myoxocephalus scorpius* (LINNAEUS 1758) und *Taurulus bubalis* (EUPHRASEN 1786) in der Kieler Förde. Dissertation Kiel. — MAGNUSSON, J. (1955): Mikroskopisch-anatomische Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie des Rotbarsches *Sebastes marinus* L. Zeitschr. f. Zellforsch. 43, 121—167. — MIELCK, W. u. C. KÜNNE (1935): Fischbrut- und Plankton-Untersuchungen auf dem Reichsforschungsdampfer „Poseidon“ in der Ostsee, Mai—Juni 1931. Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland 19, Heft 3, 1—120. — MÖBIUS, K. u. F. HEINCKE (1883): Die Fische der Ostsee. Berlin. — MUUS, B. J. (1965): Meeresfische in Farben. München. — NIKOLSKI, G. W. (1957): Spezielle Fischkunde. Berlin. — NORDQUIST, O. (1899): Rotsimpans eller Ulkens, *Cott. scorpius* och hornsimpans, *Cott. quadricornis*, fortplantning. Svensk Fiskeri Tidskrift, Arg. 6, Häft 3. — ROMEIS, B. (1943): Taschenbuch der Mikroskopischen Technik. — SCHNAKENBECK, W. (1955): Fische. In: Handb. d. Zool. 6, Teil 1. — STRODTMANN, S. (1918): Weitere Untersuchungen über Ostseefische III. Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland 14, 29—95. — SUWOROW, J. K. (1959): Allgemeine Fischkunde. Berlin.